

Evaluasi Kesesuaian Lahan Pertambakan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.) Alih fungsi dari kawasan hutan mangrove di Kabupaten Kutai Timur

Mohammad Saiful Azhar¹

¹Program Studi Magister Ilmu Kehutanan Unmul Samarinda

ABSTRACT

Low production of the tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabr.) from ponds in coast area regency of East Kutai is the background of this research. On the other side, the existence of these ponds have caused a widespread degradation and decreasing of the mangrove areas, because of the area conversion consequences. Low production of this species caused by less of brackish-water availability as a growth media for the tiger prawn both in quality and quantity. The study aims to evaluate the existing tiger prawn ponds as a results of the mangrove forest area conversion and suitability of the mangrove area for tiger prawn embankment/ponds in coast area regency of East Kutai. This research method was conducted by digitations thematic maps, classification class (distance range of sea water and fresh water, soil type, soil textures, rainfall and farm closing), analyze buffer (coastal border and river), joining, spatially analyze and ground check. GIS analysis results show the total area of the mangrove forest in Regency of East Kutai is 30.347,20 ha composed of the primary mangrove 16.537,79 ha and secondary mangrove is 13.809,41 ha. From these areas the suitability areas and very suitable areas for the ponds is 551, 47 ha and 6.307,08 ha respectively. The potential areas for tiger prawn pond is Teluk Pandan Beach (Teluk Pandan Subdistrict) with the total area of 200 ha, (estuary of river Sangkimah), Teluk Lombok, Teluk Prancis (South Sangatta Subdistrict) for the width 540 ha, estuary of river Sangatta and estuary of river Kenyamukan (North Sangatta Subdistrict) for the width 54,8 ha, estuary of river Bengalon) for the width 36,45 ha, Kaliorang Subdistrict for width 40,82 ha, Teluk Sangkulirang (Sangkulirang Subdistrict) for width 5.881,25 ha and estuary river Manubar (Sandaran Subdistrict) for width 303 ha. The ground check results emphasized that Ponds in Teluk Pandan Sub district and South Sangatta is located within the National Park areas, thus improper and illegal to be farming. The ponds in North Sangatta, Bengalon and Kaliorang contain in appropriate brackish-water sources, thus not suitable to be farming. The ponds were proper to be farming is in Regency of East Kutai is in Sangkulirang and Sandaran Subdistrict. If the prawn farming areas which resulted from the conversion of the mangrove forest can not be optimized its production, for the best of all to return it to its origin as the areas of mangrove forest.

Keywords: Prawn farm, SIG, *Penaeus monodon*

ABSTRAK

Rendahnya produksi udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) dari tambak-tambak yang berada di pesisir pantai Kabupaten Kutai Timur. Di sisi lain, keberadaan tambak-tambak ini telah menyebabkan degradasi dan berkurangnya luas hutan mangrove sebagai akibat dari konversi atau alih fungsi lahan yang terjadi. Rendahnya produksi udang windu ini diduga sebagai akibat dari kurang tersedianya air payau, baik kualitas maupun kuantitasnya. Penelitian bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap tambak-tambak udang windu hasil alih fungsi

kawasan hutan mangrove dan kesesuaian kawasan hutan mangrove untuk tambak udang windu di pesisir pantai Kabupaten Kutai Timur. Metode penelitian dilakukan dengan digitasi peta-peta tematik, klasifikasi kelas (jarak jangkauan air laut dan air tawar, jenis tanah, tekstur tanah, curah hujan dan penutupan lahan), analisis buffer (sempadan pantai dan sungai), tumpang susun, penggabungan, analisis spasial dan tinjauan lapangan. Hasil analisis SIG diperoleh kawasan hutan mangrove di Kabupaten Kutai Timur seluas 30.347,20 ha yang terdiri dari hutan mangrove primer seluas 16.537,79 ha dan hutan mangrove sekunder seluas 13.809,41 ha. Dari luasan tersebut yang sesuai dan sangat sesuai untuk lahan pertambakan masing-masing seluas 551,47 ha dan 6.307,08 ha. Potensi tambak udang windu terdapat di pantai Teluk Pandan (Kec. Teluk Pandan) seluas 200 ha, Muara Sungai Sangkimah, Teluk Lombok dan Teluk Prancis (Kec. Sangatta Selatan) seluas 540 ha, Muara Sungai Sangatta dan Muara Sungai Kenyamukan (Kec. Sangatta Utara) seluas 54,8 ha, Muara Sungai Bengalon (Kec. Bengalon) seluas 36,45 ha, Kecamatan Kaliorang seluas 40,82 ha, Teluk Sangkulirang (Kec. Sangkulirang) seluas 5.881,25 ha dan Muara Sungai Manubar (Kec. Sandaran) seluas 303 ha. Peninjauan lapangan (*ground check*) menunjukkan hasil bahwa pertambakan di Kecamatan Teluk Pandan dan Sangatta Selatan masuk dalam wilayah Taman Nasional Kutai, sehingga tidak layak dan illegal untuk diusahakan. Pertambakan di Kecamatan Sangatta Utara, Bengalon dan Kaliorang tidak memiliki sumber air payau yang baik, sehingga tidak layak untuk diusahakan. Pertambakan yang layak untuk diusahakan di Kabupaten Kutai Timur hanya berada di Kecamatan Sangkulirang dan Sandaran. Tambak udang yang berasal dari alih fungsi hutan mangrove harus dapat memberikan manfaat yang optimal, bila tidak, sebaiknya dikembalikan pada fungsi awalnya yaitu hutan mangrove.

Kata kunci: Tambak, SIG, *Penaeus Monodon*

1 Pendahuluan

Hutan mangrove banyak memiliki fungsi, sebagian di antaranya adalah untuk pengaturan tata air, mencegah polusi dan intrusi air laut, melindungi pantai dari abrasi, banjir dan mempertahankan habitat biota laut dan estuaria. Selanjutnya Alikodra (2005) menyatakan bahwa hutan mangrove sangat penting dalam menjaga kelestarian alam. Keberadaan hutan mangrove dalam sistem ekologi lingkungan begitu penting karena kawasan tersebut merupakan daerah subur bagi berbagai spesies ikan, udang, kepiting dan organisme lainnya, baik untuk tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat memijah (*spawning ground*), tempat pembesaran (*nursery ground*) dan tempat berlindung.

Kementerian Kelautan dan Perikanan RI (KKP) memperkirakan perluasan kawasan tambak udang di Indonesia hingga tahun 2007 telah mencapai lebih dari 700.000 ha dengan rata-rata kenaikan jumlah luas setiap tahunnya berkisar 15% (Anonim, 2008). Menurut Siregar dan Hasanah (2006) luas hutan mangrove Indonesia sekitar 4,2 juta ha dan diperkirakan kurang dari 1,9 juta ha saja yang tersisa, sementara

menurut Tribawono (2008) bahwa tahun 1993 luas hutan bakau 2,49 juta ha, oleh para peneliti LIPI saat ini dinyatakan tinggal 1,2 juta ha.

Kabupaten Kutai Timur memiliki garis pantai dengan panjang 152 km, potensi yang sangat besar tersebut telah dimanfaatkan untuk lahan pertambakan seluas 5.676,54 ha dengan jumlah produksi 648,02 ton/tahun (Anonim, 2007). Hal ini berarti jumlah produksinya hanya 114,157 kg/ha/tahun, bila per tahunnya minimal terjadi dua kali panen maka jumlah produksinya hanya 57 kg/ha. Bila dicermati data tersebut akan memunculkan beberapa pertanyaan, di antaranya: 1. mengapa potensi lahan yang begitu besar tidak dimanfaatkan dengan optimal? 2. mengapa rasio antara luas lahan tambak udang dengan jumlah produksinya begitu besar?. Di Tarakan produksi udangnya dapat mencapai 400-500 kg/ha/musim. Bila dicermati, hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, di antaranya: 1. perbedaan cara pengelolaan lahan pertambakan udang yang ada, termasuk teknologi yang diterapkan dan sumber daya manusianya. 2. tingkat kesesuaian lahan untuk pertambakan udang itu sendiri. Namun data dan informasi yang dimaksud tersebut masih sangat terbatas.

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan pengalihfungsian kawasan hutan mangrove menjadi pertambakan udang menjadi sangat penting dan menarik untuk dievaluasi dan dilakukan penelitian terhadap hal tersebut. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui dan mengidentifikasi potensi lahan tambak udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) yang layak untuk dioperasikan, sehingga alih fungsi hutan mangrove memberikan manfaat yang optimal. Begitu pula terhadap kawasan hutan mangrove yang akan dialihfungsikan menjadi tambak udang windu harus dipilih yang memiliki kesesuaian peruntukannya, sehingga pengkonversiannya tidak menjadi sia-sia dan menyebabkan degradasi lingkungan.

Hasil yang diharapkan adalah dapat diperoleh : 1. Informasi tentang luas lahan tambak udang windu yang layak dikembangkan sebagai usaha ekstensifikasi budidaya perikanan dan mengetahui kawasan hutan mangrove yang layak untuk dialihfungsikan menjadi tambak udang di Kabupaten Kutai Timur. 2. Sebagai bahan masukan bagi para pengambil kebijakan di daerah maupun pusat, agar lebih mempertimbangkan aspek ekologis dalam mengeluarkan suatu keputusan, khususnya yang berkaitan dengan alih fungsi kawasan hutan mangrove. 3. Memberikan informasi kepada para praktisi dan pelaku perikanan untuk melakukan usahanya secara efektif dan efisien.

2 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan yakni pada bulan Maret hingga Juni 2009. Lokasi pengumpulan data lapangan dilakukan pada beberapa stasiun pengamatan di sepanjang daerah pesisir Kabupaten Kutai Timur. Pengolahan data dan pembuatan peta dilakukan di Laboratorium Perencanaan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer berupa data kualitas air sungai dan air tambak. Data sekunder berupa: 1. Peta Dasar Tematik Kehutanan 2. Peta Penunjukan Kawasan Hutan dan Perairan Provinsi Kalimantan Timur Skala 1:250.000 3. Peta Citra Landsat TM + 7 liputan tahun 2009. 4. Puslitbang Sumber Daya Air. 5. Hasil Pengamatan Kualitas Air Badan Lingkungan Hidup Kab. Kutai Timur.

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Tahap persiapan, meliputi studi pendahuluan yaitu studi literatur dan diskusi, penyiapan data sekunder, observasi lapangan, konsultasi dengan beberapa pihak terutama dosen pembimbing mengenai metode yang akan diterapkan di lapangan, menyiapkan alat-alat yang akan digunakan dalam kegiatan penelitian. 2. Tahap penyusunan kriteria dan pengharkatan (*scoring*). Kriteria penilaian terhadap karakter pemanfaatan suatu lahan untuk budidaya disusun berdasarkan hasil studi literatur untuk pemanfaatan lahan tambak udang windu. Selanjutnya dilakukan pembobotan berdasarkan peringkat untuk memberikan nilai bobot setiap parameter.

Dalam kegiatan penelitian ini model analisis data yang digunakan yaitu dengan sistem pembobotan terhadap faktor pembatas yang merupakan kriteria potensi lahan ditentukan berdasarkan tingkat dominasi dari faktor pembatas terhadap peruntukkan lahan seperti yang terdapat dalam Tabel 1. Faktor-faktor tersebut dimulai dari yang paling berpengaruh dengan bobot terbesar sampai terkecil. Pemberian bobot dilakukan dengan metode rangking menurut Saaty (1993):

$$W_j = (n - r_j + 1) / \sum(n - r_p + 1)$$

Yang mana : W_j = Bobot parameter

n = Jumlah parameter

r_j = Posisi rangking

r_p = Parameter ($p = 1, 2, 3, \dots, n$)

Semua bobot berjumlah 1,00, hal ini menyebabkan setiap faktor dalam kolom matriks berupa pecahan antara 0,00 sampai 1,00. untuk setiap faktor dalam kolom

matriks dibuat skala penilaian yang terdiri dari tidak sesuai, sesuai dan sangat sesuai, dengan mencantumkan nilai akhir pada setiap faktor pembatas. Angka skor dirunut dari yang terendah ke yang tertinggi dengan angka skor 1,00 sebagai kelas tidak sesuai (N), skor 2,00 sebagai kelas cukup sesuai (S2) skor 3,00 sebagai kelas sangat sesuai (S1). Selanjutnya nilai kelayakan adalah hasil perkalian antara bobot dan skor. Hasil penilaian dan pembobotan disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Tabel Skor Tingkat Potensi Lahan

No.	Parameter	Tingkat potensi lahan					
		S1	Skor	S2	Skor	N	Skor
1	Jarak dari laut (m)	0-2000	3	>2000-4000	2	>4000	1
2	Jarak ketersediaan air tawar dari sungai (m)	0-500	3	>500-2000	2	>2000	1
3	Kemiringan (%)	0-1	3	>1-2	2	>2	1
4	Tekstur	Liat	3	Lempung	2	Pasir	1
5	Jenis tanah (bahan induk)	Aluvial	3	Regosol, litosol, mediteran	2	Lava, intrusi basal	1
6	Kedalaman efektif tanah (cm)	>90	3	>60-90	2	<60	1
7	pH tanah	6,5-8,3	3	6-6,5 atau 8,3-8,5	2	<6 atau >8,5	1
8	Kisaran pasut (m)	1-3	3	0,5-<1 atau >3-4	2	<0,5 atau >4	1
9	Curah hujan (mm/thn)	2000-3000	3	>3000-3500	2	<2000 atau >3500	1

Sumber: 1. Anonim (1995), 2. Djurjani (1998), 3. Afrianto dan Liviawaty (1991) 4. Poernomo (1992), 5. Widyaastuti dan Wahyu,(1998). 6. Sitorus (1985) 7. Tarunamulia dan Hanafi (2000). Anonim (2005)

Penentuan kelas kelayakan lahan dibagi dalam 3 kelas dapat didefinisikan sebagai berikut:

Kelas S1 = Tingkat kelayakan tinggi (sangat sesuai)

Lahan memiliki tingkat kelayakan tinggi untuk pengembangan dan penggunaan lahan tambak udang tanpa adanya faktor pembatas.

Kelas S2 = Tingkat kelayakan rendah (sesuai).

Artinya lahan memiliki tingkat kelayakan rendah untuk pengembangan dan penggunaan lahan tambak udang dengan banyak faktor pembatas.

Kelas N = Tidak layak (tidak sesuai)

Tabel 2. Hasil Penilaian dan Pembobotan Faktor Pembatas

No.	Faktor Pembatas	Bobot	Layak		Cukup layak		Tidak layak	
			Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai
1	Jarak dari pantai	0,200	3	0,60	2	0,400	1	0,200
2	Jarak dari sungai	0,178	3	0,53	2	0,356	1	0,178
3	Kemiringan	0,156	3	0,47	2	0,311	1	0,156
4	Tekstur	0,133	3	0,40	2	0,267	1	0,133
5	Jenis tanah	0,111	3	0,33	2	0,222	1	0,111
6	Kedalaman efektif tanah	0,089	3	0,27	2	0,178	1	0,089
7	pH tanah	0,067	3	0,20	2	0,133	1	0,067
8	Pasut	0,044	3	0,13	2	0,089	1	0,044
9	Curah hujan	0,022	3	0,07	2	0,044	1	0,022
	Jumlah	1		3		2		1

Sumber: 1. Anonim (1995), 2. Djurjani (1998), 3. Afrianto dan Liviawaty (1991) 4. Poernomo (1992), 5. Widyaastuti dan Wahyu(1998), 6. Sitorus (1985) 7. Tarunamulia dan Hanafi (2000). Anonim (2005)

Artinya lahan benar-benar tidak layak untuk tambak udang, karena banyak dan besarnya kendala fisik lahan. Apabila lahan dipaksakan untuk digunakan, maka akan menghasilkan produktivitas yang sangat rendah dan menyebabkan terjadinya ancaman kelestarian dan keseimbangan lingkungan hidup, dan secara ekonomis akan sangat merugikan.

3. Tahap Penentuan Stasiun Penelitian. Dalam penelitian ini penentuan stasiun ditentukan secara representatif di lapangan dan dengan metode survei secara acak berdasarkan keterwakilan unit lahan yang diasumsikan sebagai lahan pengembangan ekstensifikasi tambak udang. Penentuan stasiun menggunakan Global Positioning Sistem (GPS) Garmin Etrex.

4. Tahap Pengumpulan Data. Pengumpulan data dilakukan setelah menentukan lokasi stasiun sebagai titik pengambilan sampel. Data-data yang dikumpulkan berupa data sekunder dilengkapi dengan hasil pengecekan lapangan (verifikasi) serta data primer dari hasil pengukuran langsung di lapangan. Pengumpulan data untuk beberapa parameter dalam penelitian ini adalah:

A .Data Primer

Data primer berupa kualitas Air diperoleh dari hasil analisis dan pengukuran langsung di lapangan. Pengumpulan data primer dilakukan pada 6 lokasi tambak dan sumber airnya yaitu: Muara Sungai Sangkimah, Teluk Lombok, Muara Sungai Sangatta, Muara Sungai Kenyamukan, Muara Sungai Bengalon dan Teluk Sangkulirang (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter Kualitas Air dan Jumlah Sampel yang Diukur Sebagai Data Primer.

No.	Parameter	Satuan	Alat ukur	Jumlah sampel
1.	Salinitas	Ppt	Refractometer	3
2.	Temperatur air	°C	Thermometer	3
3.	Kecerahan air	Cm	Seichi disk	3
4.	pH air		pH meter	3

B. Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan dari beberapa instansi terkait di antaranya:

- a. Data pokok Kabupaten Kutai Timur menurut Anonim (2007) meliputi:
 1. Peta Penggunaan Lahan: untuk memperoleh informasi tentang tata letak dan jenis penggunaan lahan.
 2. Peta Kemampuan Lahan: untuk memperoleh informasi mengenai kondisi fisik lahan.
 - b. Peta Jenis Tanah: diperoleh dari Peta Geologi Kabupaten Kutai Timur skala 1: 250.000 peta ini digunakan untuk mengetahui jenis batuan sebagai bahan induk tanah pada lokasi penelitian. Peta tematik Jenis Tanah Sistem FAO (Anonim, 2008).
 - c. Peta Curah Hujan: dari laporan tahunan Badan Metereologi dan Geofisika Kal-Tim. Peta Kelerengan: untuk memperoleh informasi kemiringan lahan pada daerah yang diteliti. Peta kelerengan diperoleh dari peta tematik kemiringan lereng wilayah Kutai Timur 1 : 100.000
5. Analisis Spasial. Untuk keperluan analisis spasial dilakukan penyusunan basis data (spasial dan atribut). Penyusunan data spasial adalah melalui proses digitasi, editing, transformasi koordinat, buffering, tumpang susun dan peta komposit. Data atribut disusun untuk memberikan informasi mengenai kenampakan spasial yang ada. Data atribut ditampilkan pada kenampakan spasial dalam area/poligon. Data disusun meliputi atribut tabel yang merupakan info file (*text file*) yang memperlihatkan hubungan antar item yang ada. Analisis spasial dilakukan untuk menentukan wilayah yang potensial sebagai pengembangan lahan untuk budidaya tambak udang berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Proses tumpang susun pada skema di atas dijelaskan sebagai berikut:

1. Membuat sempadan (*buffering*) terhadap garis pantai (*buffer distance*) berjarak 2.000 m untuk mendapatkan poligon dengan kategori kelas layak. Selanjutnya dibuat pula sempadan terhadap garis pantai (*buffer distance*) berjarak 4.000 m untuk mendapatkan poligon dengan kategori kelas cukup layak. Hasil buffer dari kedua kategori tersebut kemudian dilakukan tumpang susun dengan operasi union yang menghasilkan peta jangkuan air laut.
2. Selanjutnya untuk mendapatkan peta jangkuan air tawar melalui proses yang sama dengan nomor 1, dimana diperoleh peta jangkuan air tawar dengan kategori layak (*buffer distance*) berjarak 500 m dari sungai dan kategori cukup layak (*buffer distance*) berjarak 2.000 m dari sungai.
3. Peta-peta tematik kemudian dilakukan tumpang susun satu persatu dengan operasi union. Operasi union secara sederhana adalah penggabungan atas seluruh tema yang ada (*multiple overlay*). Penggabungan atas tema-tema tersebut menghasilkan tema baru melalui proses kombinasi poligon. Tema baru tersebut mewarisi data (atribut dan geometrik) dari seluruh tema induknya, sehingga di akhir proses tumpang susun dari 6 peta tematik (peta keterjangkauan air laut, peta keterjangkauan air tawar, peta kelerengan) dihasilkan satu tema yang mewarisi 3 data atribut dan geometrik.
4. Untuk data (pH tanah, pasut dan curah hujan) merupakan data kualitatif yang dianggap homogen dan mewakili kondisi umum pada daerah penelitian ini. Oleh karena itu untuk ketiga data tersebut dilakukan proses memasukan data pada data atribut pada tema yang telah dilakukan proses tumpang susun sebelumnya.
5. Pada tema yang dihasilkan telah memuat data-data dari tiap parameter berupa kriteria, nilai dan skor untuk tiap paramater yang ada. Penjumlahan terhadap seluruh nilai untuk tiap paramater menghasilkan nilai total skor hasil bobot (SHB) yang menjadi acuan untuk klasifikasi berdasarkan interval kelas yang telah dibuat.
6. Hasil dari klasifikasi kemudian dilakukan penggabungan (*dissolve*) untuk mendapatkan peta kelayakan lahan untuk budidaya tambak udang. Operasi dissolve pada prinsipnya adalah penghapusan geometrik berdasarkan atribut. Proses ini dalam satu tema akan menghilangkan batas-batas antara dua bentuk geometrik yang bersebelahan yang memiliki kesamaan atribut. Operasi ini menghasilkan satu tema yang memiliki atribut data base kesesuaian lahan tambak udang untuk ketegori lahan yang layak, lahan yang cukup layak dan lahan yang tidak layak.

Pada akhir proses tumpang susun (*overlay*) diperoleh suatu lokasi yang layak (S1) dengan karakteristik: memiliki lokasi yang tidak jauh dari pantai dengan pasokan air tawar yang memadai, tekstur tanah liat, jenis tanah aluvial, dan reaksi tanah netral atau

tidak berpotensi masam Selain itu memiliki curah hujan yang stabil dan kisaran pasut yang memadai untuk pasokan air laut serta aman dari banjir.6. Evaluasi Nilai Kelayakan Lahan Tambak udang. Evaluasi nilai kesesuaian/kelayakan lahan budidaya dilakukan setelah proses tumpang susun. Selanjutnya penentuan kelas kelayakan dapat diperoleh dengan formulasi sebagai berikut:

$$Ci = (\text{Nilai SHB max} - \text{Nilai SHB min}) / n$$

Keterangan :

Ci = range nilai antar kelas

SHB = (Skor Hasil Bobot) skor akhir setelah penjumlahan nilai semua parameter

n = jumlah kelas yang direncanakan

sehingga kelas dapat dibuat dengan matriks pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Penentuan Kategori Kelayakan Berdasarkan Interval Kelas

No.	Interval kelas	Kategori kelayakan
1.	X0 (nilai min) – X1(X0 + Ci)	Tidak layak (N)
2.	X1 – X2 (X1 + Ci)	Cukup layak (S2)
3.	X2 – X3(nilai max)	Layak (S1)

Sumber: Selamat (2002)

Keterangan :

X0 = nilai minimal dari skala penilaian

X1 = hasil penjumlahan dari X0 dengan range nilai antar kelas

X2 = hasil penjumlahan dari X1 dengan range nilai antar kelas

X3 = nilai maksimal dari skala penilaian

Evaluasi nilai kesesuaian/kelayakan lahan budidaya dilakukan setelah proses tumpang susun. 7. Tahap Akhir. Pada tahap akhir ini hasil pengolahan dan analisis data yang diperoleh disajikan dalam bentuk laporan lengkap penelitian yang dilengkapi peta, tabel dan gambar yang memuat tentang informasi spasial berupa tingkat kelayakan lahan, luasan areal baik yang layak, cukup layak dan tidak layak.

3 Hasil dan Pembahasan

Rata-rata curah hujan di Wilayah DAS Sangatta adalah 172,7 mm tiap bulannya, dengan curah hujan tertinggi terjadi pada Bulan Desember dengan intensitas 238,6 mm dan yang terendah terjadi pada Bulan September yaitu 109,5 mm. Curah hujan di sepanjang wilayah pesisir Kabupaten Kutai Timur pada umumnya hampir sama (homogen) yang berkisar antara 1600-3000 mm/tahun.

Secara geologi Kabupaten Kutai Timur hampir sebagian besar didominasi oleh formasi pemaluan yang tersebar di bagian tengah dan timur serta formasi aluvium yang tersebar di sepanjang pantai. Di samping terdapat batuan endapan tersier dan batuan endapan kwarter. Formasi batuan endapan terutama terdiri dari batuan kwarsa dan batuan liat (Anonim, 2002).

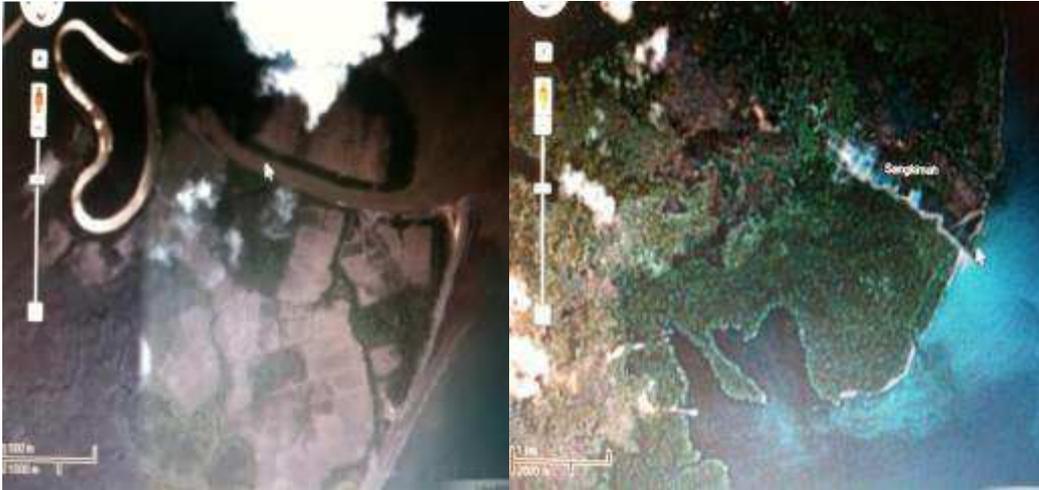
Jenis tanah di wilayah Kabupaten Kutai Timur didominasi oleh tanah podsolik merah, kuning, latosol dan litosol. Jenis tanah lainnya adalah aluvial, organosol, podsol dan podsolik merah kuning dengan tingkat kesuburan yang rendah (Anonim, 2002).

Pada wilayah pesisir kabupaten ini menunjukkan bahwa jenis tanahnya bervariasi. Di Kecamatan Teluk Pandan, Sangatta Selatan, Sangatta Utara dan Bengalon didominasi oleh jenis tanah *hydraquent* yaitu kelompok besar dari ordo tanah *entisol* dengan subordo *aquent* yang mengandung liat sebesar 8% atau lebih pada fraksi tanah halus (Anonim, 1998). Jenis tanah ini juga terdapat di Teluk Sangkulirang dan bagian hilir Sungai Manubar Kecamatan Sandaran, sementara Kecamatan Kaliorang didominasi oleh jenis tanah *tropofibri*. Variasi jenis tanah yang paling tinggi terdapat di pesisir Kecamatan Sandaran, di kecamatan ini terdapat jenis tanah *tropaquepts*, yaitu kelompok besar dari ordo tanah *inceptisol* (tanah yang belum matang/*immature* dengan perkembangan profil yang lebih lemah bila dibandingkan dengan tanah matang dan masih banyak menyerupai bahan induknya) (Anonim, 1998). Di kecamatan ini juga terdapat jenis tanah *hydraquents*, *tropudults*, *rendolls* dan *tropofibri*.

Jenis-jenis tanah yang terdapat di pesisir wilayah Kabupaten Kutai Timur tersebut adalah kelompok marin (*marinegroup*) dan kubah gambut (*peat domes group*), tanah jenis ini merupakan dataran pasang surut, dengan kelerengan <3%, bervegetasi mangrove dan bersedimen halus.

Secara umum sungai-sungai di Kabupaten Kutai Timur yang mengarah ke Selat Makasar memiliki pola dendritik. Beberapa sungai yang memiliki debit air cukup besar dan mengalir secara kontinu sepanjang tahun adalah Sungai Sangatta, Sungai Bengalon dan Sungai Manubar. Sementara sungai-sungai yang memiliki debit air relatif kecil dan volume airnya berfluktuasi adalah Sungai Kenyamukan, Sungai Sangkimah, Sungai

Santan, Sungai Prupuk, Sungai Rapak, Sungai Karang, Sungai Baai, Sungai Batuta, Sungai Sekarau, Sungai Kaliorang dan Sungai Marokangan. Berikut ini ditampilkan 2 contoh citra sungai yang ada di Kabupaten Kutai Timur (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1 dan 2. Citra muara Sungai Sangatta (kiri) dan muara Sungai Sangkimah (kanan).

Keberadaan sungai-sungai tersebut erat kaitannya dengan keberadaan mangrove. Hutan mangrove umumnya berada di daerah muara sungai yang memiliki debit air cukup besar. Kawasan hutan mangrove yang memiliki luas cukup signifikan hanya berada di muara Sungai Sangatta, muara Sungai Bengalon, Teluk Sangkulirang dan muara Sungai Manubar. Sementara di muara-muara sungai kecil keberadaan hutan mangrove juga relatif kecil (tipis). Kecilnya debit air dari sungai-sungai tersebut menyebabkan tidak terjadinya sedimentasi dan kurangnya sumber hara yang berasal dari daratan. Kondisi seperti ini cenderung tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan mangrove. Sebaliknya kondisi ini lebih sesuai untuk pertumbuhan terumbu karang tepi (*fringing reef*). Sebagian besar pesisir pantai Kabupaten Kutai Timur memiliki terumbu karang jenis ini.

Pada Gambar 1 terlihat warna air Sungai Sangatta yang sangat keruh sebagai akibat dari pembukaan lahan di bagian hulunya. Nampak pula lahan-lahan terbuka berupa tambak. Berdasarkan pengamatan, tambak-tambak yang ada di muara Sungai Sangatta ini tidak sesuai untuk budidaya tambak udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.), hal ini dibuktikan dengan kegagalan yang terus terjadi dari tahun 2003 sampai akhirnya dialihkan untuk budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*). Pada Tabel 5 terlihat bahwa beberapa parameter kualitas air Sungai Sangatta memiliki nilai yang jauh di atas ambang batas, seperti kadar amoniak (NH_3) lebih dari 0,01 ppm, zat besi (Fe) lebih dari 0,001 ppm dan kecerahan perairannya kurang dari 10 cm (sangat keruh).

Pada Gambar 2 terlihat bahwa Sungai Sangkimah memiliki lebar yang cukup kecil sehingga debit airnya pun kecil, sehingga bila dilakukan pembukaan lahan untuk budidaya udang maka luasnya akan sangat terbatas mengingat volume pasokan air payaunya terbatas. Mangrove yang ada di wilayah ini adalah jenis yang mampu bertahan pada kondisi hampir selalu terendam air yaitu *Rhizophora* sp, dengan kata lain elevasinya terlalu rendah dan kondisi ini tidak sesuai untuk tambak udang. Dasar tambak dengan elevasi terlalu rendah akan mengalami kesulitan dalam proses pengeringannya, sehingga tahapan pengolahan dasar tambak menjadi terhambat.

Sejumlah 13 sungai di Kabupaten Kutai Timur yang mengalir ke Laut Selat Makasar disajikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa hanya 3 sungai yang memiliki debit antara 5 – 150 m³/detik, yaitu Sungai Sangatta, Sungai Bengalon dan Sungai Manubar. Berdasarkan pengamatan, ketiga sungai ini pula yang mengalir secara kontinu sepanjang tahun, sementara sungai-sungai lainnya selain debitnya kecil juga pada saat musim kemarau hampir tidak ada airnya. Walaupun Sungai Sangatta dan Sungai Bengalon debit airnya cukup besar namun kualitasnya sudah mengalami degradasi sebagai akibat dari pembukaan lahan untuk pertambangan dan perkebunan di bagian hulu sungai, sehingga tidak layak untuk kegiatan budidaya perairan (Tabel 5). Kondisi buruknya kualitas air kedua sungai ini dapat dengan mudah dilihat secara kasat mata, terutama kecerahan perairannya yang kurang dari 5 cm yang diukur dengan piringan seichi.

Tabel 5. Nama Sungai di Kabupaten Kutai Timur yang bermuara ke Laut Selat Makasar, Letak dan Perkiraan Debit Airnya.

No.	Nama sungai	Letak di kecamatan	Debit
1	Sungai Baai	Sangkulirang	< 5 m ³ /detik
2	Sungai Karang	Sangkulirang	< 5 m ³ /detik
3	Sungai Rapak	Sangkulirang	< 5 m ³ /detik
4	Sungai Sangkimah	Sangatta Selatan	< 5 m ³ /detik
5	Sungai Santan	Teluk Pandan	< 5 m ³ /detik
6	Sungai Sangatta	Sangatta Utara	5 – 150 m ³ /detik
7	Sungai Kenyamukan	Sangatta Utara	< 5 m ³ /detik
8	Sungai Batuta	Bengalon	< 5 m ³ /detik
9	Sungai Bengalon	Bengalon	5 – 150 m ³ /detik
10	Sungai Sekurau	Bengalon	< 5 m ³ /detik
11	Sungai Kaliorang	Kaliorang	< 5 m ³ /detik
12	Sungai Marokangan	Sandaran	< 5 m ³ /detik
13	Sungai Manubar	Sandaran	5 – 150 m ³ /detik

A. Kawasan Hutan Mangrove

Kawasan hutan mangrove di Kabupaten Kutai Timur berada di sepanjang pesisir pantai bagian timur dan utara yang berbatasan dengan laut Selat Makasar. Peta penutupan lahan Kabupaten Kutai Timur menunjukkan, bahwa luas kawasan hutan mangrove di sepanjang pesisir pantai Kabupaten Kutai Timur adalah 30.347,20 ha, yang terdiri dari hutan mangrove primer 16.537,79 ha dan hutan mangrove sekunder seluas 13.809,41 ha (Tabel 6). Hutan mangrove primer terdapat di pesisir Kecamatan Teluk Pandan, Sangatta Selatan dan Sangatta Utara, begitupun dengan hutan mangrove sekundernya terdapat di semua kecamatan. Hutan mangrove yang ada baik primer maupun sekundernya cukup luas atau agak tebal bila dilihat dari garis pantai.

Tabel 6. Luas Hutan Mangrove yang Berada di Tiap Kecamatan Kabupaten Kutai Timur.

Kecamatan	Hutan mangrove (ha)		Total (ha)
	Primer	Sekunder	
Sangatta	3.565,10	1.573,59	5.138,69
Bengalon	146,98	837,86	984,83
Kaliorang	2.702,89	3.623,00	6.325,90
Sangkulirang	7.806,22	4.953,86	12.760,08
Sandaran	2.316,61	2.821,10	5.137,71
Total	16.537,79	13.809,41	30.347,20

Di pesisir Kecamatan Bengalon, khususnya di bagian muara Sungai Bengalon terdapat hutan mangrove sekunder yang tidak terlalu luas, begitu juga di pesisir bagian utara. Lahan terbuka mendominasi wilayah ini mulai dari pesisir sampai ke bagian hulu. Di pesisir Kecamatan Kaliorang, penutupan lahan berupa hutan mangrove primer cukup dominan, hanya saja sangat tipis. Kondisi ini tidak memungkinkan untuk dilakukan pembukaan, bila mengacu pada peraturan pemerintah nomor 32 tahun 1994, bahwa sempadan pantai adalah sepanjang 100 m dari rata-rata pasang tertinggi. Di pesisir Kecamatan Sangkulirang, penutupan lahan berupa hutan mangrove primer dan sekunder cukup dominan, terutama di bagian hulu Teluk Sangkulirang yang berupa delta-delta. Di pesisir bagian barat Kecamatan Sandaran, penutupan lahan berupa hutan mangrove sekunder cukup dominan, sementara di bagian tengah dan timur lebih dominan berupa belukar. Hutan mangrove primer hanya ada di bagian muara Sungai Manubar.

B. Kesesuaian Lahan Budidaya Tambak Udang

Hasil analisis spasial terhadap beberapa peta dan analisis parameter terhadap keterjangkauan air tawar dan air laut, maka diperoleh luas kawasan hutan mangrove di pesisir pantai Kabupaten Kutai Timur yang sangat sesuai untuk dialihfungsikan menjadi pertambakan udang windu adalah 6.316,36 ha, sedangkan yang memiliki kategori sesuai adalah 1.504,65 ha. Keberadaan kawasan yang dimaksud terletak di beberapa tempat yaitu di muara Sungai Sangatta (68,09 ha), muara Sungai Bengalon (73,1 ha), di bagian hulu Teluk Sangkulirang (6.723,87 ha) dan muara Sungai Manubar (404,07 ha).

Sementara kawasan hutan mangrove yang tidak sesuai untuk dialihfungsikan menjadi tambak udang windu adalah seluas 22.526,19 ha. Hal ini berarti bahwa hanya sekitar 20-25% dari luas hutan mangrove Kabupaten Kutai Timur (30.347,20 ha) yang dapat dikonversi (Tabel 7).

Tabel 7. Luas dan Tingkat Kesesuaian Lahan Tambak Udang Tiap Kecamatan di Kabupaten Kutai Timur.

No.	Kecamatan	Tingkat kesesuaian (ha)			Total (ha)
		Sangat sesuai	Sesuai	Tidak sesuai	
1	Sangatta	54,80	13,29	5.070,60	5.138,69
2	Bengalon	36,45	36,65	911,73	984,83
3	Kaliorang	40,82	511,07	5.774,01	6.325,90
4	Sangkulirang	5.881,25	842,62	6.036,21	12.760,08
5	Sandaran	303,05	101,02	4.733,64	5.137,71
Total		6.316,36	1.504,65	22.526,19	30.347,20

Sebagian besar (75-80%) pesisir pantai Kabupaten Kutai Timur tidak sesuai untuk dijadikan pertambakan udang, hal ini dikarenakan keberadaan hutan mangrove yang terlalu tipis di sepanjang pantai tersebut, juga ketiadaan sumber air tawar. Udang windu (*Penaeus monodon*) dapat tumbuh dengan baik pada kisaran air dengan salinitas antara 15-20 ppt. Berdasarkan verifikasi di lapangan, beberapa tambak yang sudah ada rata-rata memiliki salinitas air tambak lebih dari 30 ppt (Tabel 8). Kondisi ini yang menyebabkan pertumbuhan udang sangat lambat bahkan cenderung tidak membesar (kuntet). Dari beberapa petambak yang ditemui rata-rata mengalihkan kegiatan budidaya udang menjadi budidaya ikan bandeng. Sebagai akibat dari seringnya terjadi kegagalan dalam budidaya udang windu.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Pada 6 Lokasi Tambak Udang Windu di Kabupaten Kutai Timur.

No	Lokasi	Parameter			
		pH	Suhu(°C)	Salinitas (‰)	Kecerahan *(cm)
1	Muara Sungai Sangkimah	7,60	28	30	7
2	Teluk Lombok	7,80	29	30	40
3	Muara Sungai Kenyamukan	7,23	28	30	25
4	Muara Sungai Sangatta	7,80	29	28	5
5	Muara Sungai Bengalon	7,40	28	28	7
6	Teluk Sangkulirang	7,80	28	22	35

* Air sungai yang menjadi bahan baku air payaunya.

Di Kecamatan Teluk Pandan dan Sangatta Selatan tidak terdapat sungai besar sebagai sumber air tawar, sehingga kondisi salinitas air di pertambakan wilayah ini sangat tinggi (>30 ppt) yang disebabkan oleh pergantian air yang jarang dilakukan. Jika kondisi ini berlangsung terus menerus maka yang terjadi adalah pertumbuhan udang terhambat, karena dengan kondisi salinitas tinggi, udang mengalami kesulitan melakukan pergantian kulit (*molting*).

Kecamatan Sangatta Utara memiliki hutan mangrove yang berpotensi untuk dijadikan tambak udang seluas 68,09 ha yang berada di Muara Sungai Sangatta dan Muara Sungai Kenyamukan. Berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Kutai Timur di wilayah ini sudah ada tambak seluas 159,5 ha. Namun verifikasi lapangan menunjukkan bahwa tambak-tambak di wilayah ini sering atau hampir selalu gagal dalam budidaya udang windu, walaupun berhasil ukuran udangnya kecil, hanya mencapai ukuran 45-50. Di wilayah ini memang ada Sungai Sangatta yang memiliki debit air cukup besar, namun kualitas airnya sangat buruk, terutama kecerahannya yang hanya mencapai <10 cm. Hal ini terjadi sebagai akibat dari pembukaan lahan di bagian hulu sungai, baik untuk perkebunan terutama pertambangan. Selain itu, juga terjadi pencemaran yang berasal dari limbah rumah tangga dan industri di sepanjang Sungai Sangatta.

Di Kecamatan Bengalon terdapat hutan mangrove yang berpotensi untuk dialihfungsikan menjadi tambak udang seluas 73,1 ha. Di wilayah ini pun terdapat sumber air dengan debit cukup besar, yaitu Sungai Bengalon. Namun kualitas airnya juga tidak memadai untuk dijadikan sebagai sumber campuran air payau. Di hulu Sungai Bengalon

terjadi pembukaan lahan cukup intensif untuk perkebunan kelapa sawit dan pertambangan. Hal ini berdampak signifikan terhadap terjadinya degradasi kualitas air Sungai Bengalon. Pada tabel tersebut kecerahan air, kadar amoniak (NH₃-N) dan besi (Fe) berada pada kisaran yang melebihi standar kualitas air untuk budidaya perikanan.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Beberapa Parameter Kualitas Air di Sungai Lembak (anak Sungai Bengalon) pada Tahun 2011.

No.	Parameter	Satuan	Standarnya	Hasil		Rata-rata
				Mei	September	
A. Fisika						
1	Suhu	°C	20-32	27,62	27,94	27,78
2	TDS	mg/l	< 400	230,54	204,67	217,61
3	TSS	mg/l	< 80	24,30	24,67	24,49
4	Kekeruhan	NTU		306,34	90,97	198,66
B. Kimia						
1	pH		6,5 – 8	7,63	7,60	7,62
2	O ₂ Terlarut (DO)	mg/l	> 5	7,44	6,04	6,74
3	BOD	mg/l	-	5,54	2,56	4,05
4	COD	mg/l	-	55,85	20,54	38,20
5	Amoniak (NH ₃ -N)	mg/l	< 0,02	0,24	-	0,24
6	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0-3,0	0,26	0,05	0,16
7	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	< 0,1	-	-	-
8	Minyak & Lemak	mg/l	-	0,67	0,06	0,37
9	Besi (Fe)	mg/l	< 0,01	0,07	-	0,07

Sumber: Anonim 2011

Kecamatan Sangkulirang memiliki hutan mangrove yang berpotensi untuk dialihfungsikan menjadi tambak udang yang paling luas dibandingkan dengan kecamatan lainnya di Kabupaten Kutai Timur yaitu seluas 6.723,87 ha yang berada di bagian hulu Teluk Sangkulirang. Potensi lahan tambak udang yang masih berupa hutan mangrove berada pada kawasan berupa delta. Kondisi ini mirip dengan lahan pertambakan yang berada di Tarakan dan Bulungan. Di bagian hulu, terdapat sumber air tawar dari Sungai Rapak dan Baai, dengan kualitas dan kuantitas yang cukup baik serta kecerahan 30-40 cm. Di wilayah ini, limbah yang berasal dari industri maupun rumah tangga relatif masih kecil, sehingga air payau yang tercipta memiliki kualitas yang baik untuk budidaya udang windu. Faktor yang akan menjadi penghambat perkembangan budidaya udang di wilayah ini adalah ketersediaan benur. Secara umum benur di Kabupaten Kutai Timur berasal

dari Balikpapan, sementara jarak dari Balikpapan ke Kecamatan Sangkulirang cukup jauh (± 9 jam) dan ditambah dengan prasarana jalan yang kurang baik bahkan buruk akan menyebabkan tingkat mortalitas yang tinggi dari benur yang didatangkan.

Potensi lahan tambak udang di sepanjang pesisir Kecamatan Sandaran berada di Muara Sungai Manubar, dengan luas 404,07 ha. Dengan sumber air tawar dari Sungai Manubar yang memiliki debit cukup besar dan kualitas air yang masih baik menjadikan wilayah ini memiliki potensi tambak budidaya udang yang baik, seperti halnya di hulu Teluk Sangkulirang. Faktor yang menjadi penghambat dari perkembangan budidaya udang adalah ketersediaan benur, karena untuk menjangkau wilayah ini diperlukan waktu tempuh yang sangat lama.

Kondisi ini jelas sangat tidak menguntungkan bagi petani, apalagi bila merujuk kerusakan lingkungan dan dampak yang ditimbulkannya. Sehingga harus dilakukan perubahan. Perubahan yang dimaksud adalah untuk menyelamatkan hutan mangrove, mengefisienkan tambak yang sudah ada, dan menghijaukan kembali (reboisasi dan revegetasi) tambak yang ditelantarkan untuk mencegah bencana ekologis yang lebih parah. Untuk menghentikan kehancuran yang lebih kompleks, sudah saatnya pemerintah melakukan moratorium terhadap pembukaan hutan mangrove, dan mulai memasyarakatkan praktek pertambakan yang mempertahankan dan memperhitungkan daya dukung lingkungan (*carrying capacity of environmental*).

Bila dibandingkan dengan lokasi budidaya udang lainnya yang ada di Kalimantan Timur seperti di Delta Mahakam dan delta sekitar Pulau Tarakan, dapat dilihat bahwa umumnya dilakukan di lahan yang berupa delta. Pengertian delta sendiri adalah sebuah daratan yang berada di muara sungai yang terbentuk akibat proses sedimentasi yang berarti daratan ini dikelilingi oleh sumber air payau. Berbeda dengan kawasan pertambakan udang yang berada di Kabupaten Kutai Timur yang umumnya berada di sepanjang pesisir pantai tanpa mempertimbangkan keberadaan kuantitas dan kualitas sumber air payaunya. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab rendahnya hasil udang windu dari tambak udang yang berada di Kabupaten Kutai Timur.

4 Penutup

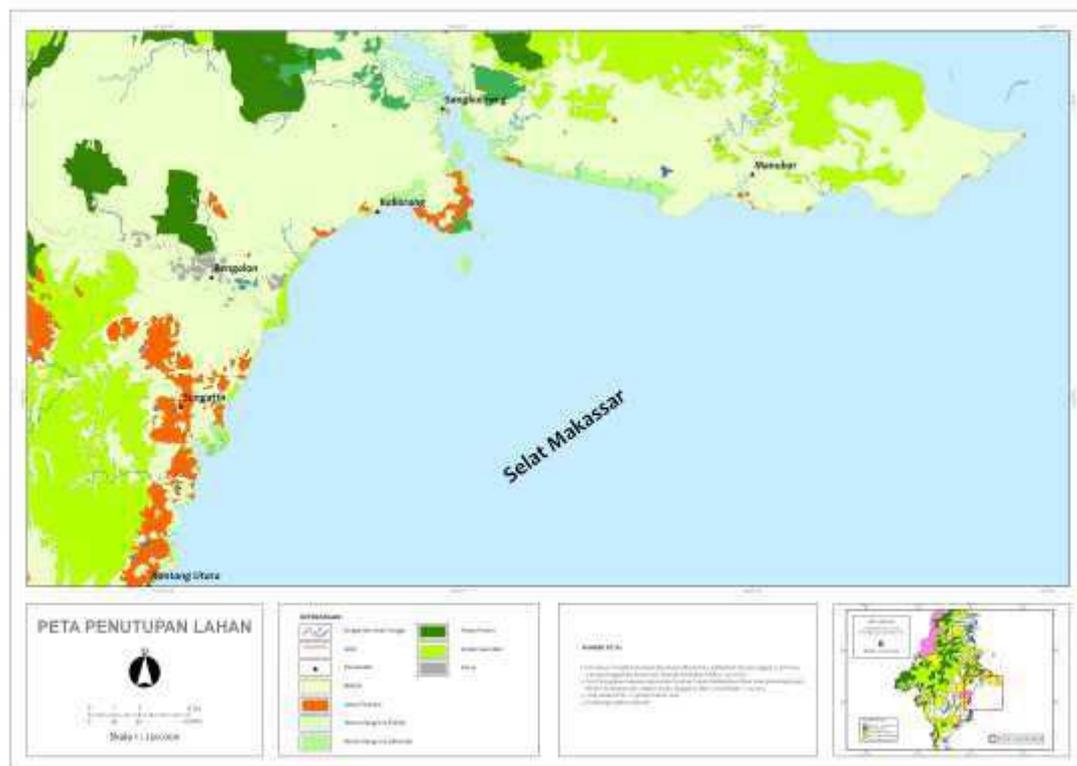
4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis SIG dan kriteria-kriteria kesesuaian lahan tambak, Kabupaten Kutai Timur memiliki hutan mangrove primer dan sekunder seluas 30.347,20 ha yang berada di pesisir Kecamatan Teluk Pandan, Sangatta Selatan, Sangatta Utara, Bengalon, Sangkulirang dan Sandaran. Dari luas tersebut, hanya 7.921,01 ha atau

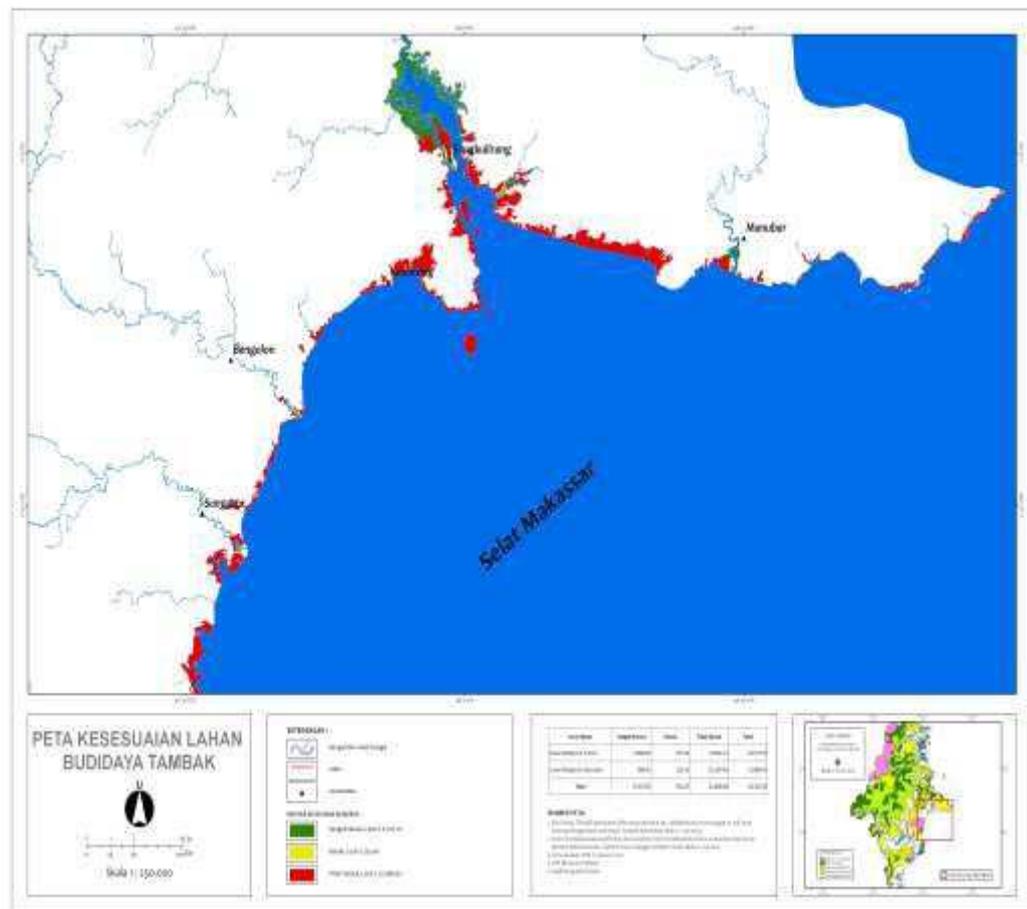
26,10% yang memiliki kesesuaian untuk dialihfungsikan menjadi tambak udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.). Verifikasi lapangan menunjukkan bahwa potensi hutan mangrove yang sangat sesuai untuk dialihfungsikan menjadi tambak udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) hanya terdapat di Teluk Sangkulirang Kecamatan Sangkulirang dan muara Sungai Manubar Kecamatan Sandaran dengan luas masing-masing 5.881,25 ha dan 303,05 ha. Tambak udang windu yang sesuai harus memiliki sumber air payau (paduan antara air tawar dan air laut) yang memadai, baik dalam kuantitas maupun kualitasnya.

4.2 Saran

Pemerintah Daerah Kabupaten Kutai Timur harus lebih intensif dalam mengawasi alih fungsi hutan mangrove, untuk kepentingan apapun, mengingat fungsi ekologisnya yang begitu penting. Kawasan hutan mangrove yang sudah beralih fungsi menjadi tambak udang sebaiknya dimanfaatkan secara efisien dan lebih memilih sistem budidaya yang ramah lingkungan, yaitu memelihara udang dalam tambak yang ditanami mangrove (*silvofishery*). Apabila tambak tersebut tidak dapat dimanfaatkan atau diberdayakan sebaiknya segera direvegetasi, dikembalikan kepada fungsi asalnya sebagai hutan mangrove.



Gambar 3. Peta Penutupan Lahan Wilayah Pesisir Kabupaten Kutai Timur.



Gambar 4. Peta Kesesuaian Lahan Budidaya Tambak Udang Kabupaten Kutai Timur.

Daftar Pustaka

- Alikodra, H.S. (2005). Konsep Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Berkelanjutan. Makalah pada Pelatihan ICZPM-Angkatan III/2005 Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Buwono, I.D. (1993). Tambak Udang Windu. Sistem Pengelolaan Berpola Intensif. Kanisius, Yogyakarta.
- Dahuri, R. (2005). Keanekaragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Damanik, M.R. (2007). Hutan Bakau Hancur, Negara Rugi Sebesar US\$28 Miliar. (<http://www.walhi.or.id>).
- Darmawijaya, M.I. (1999). Klasifikasi Tanah. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pengamatan Kualitas Air Sungai. (2011). Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Kutai Timur. Sangatta.
- Purnomo, A. (1988). Pembuatan Tambak Udang di Indonesia. Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Pantai, Maros.

Tribawono, D. (2002). Hukum Perikanan Indonesia. PT Citra Aditya Bakti, Bandung.