

EVALUASI KESESUAIAN LAHAN AKTUAL TAMBAK YANG ADA DI KABUPATEN TANJUNG JABUNG BARAT PROVINSI JAMBI

Rachmansyah dan Akhmad Mustafa

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan
E-mail: *rachman222000@yahoo.com*

(Naskah diterima: 18 April 2011; Disetujui publikasi: 11 Juli 2011)

ABSTRAK

Tambak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat (Tanjabbar), Provinsi Jambi memiliki produktivitas yang relatif rendah dan telah ditetapkan sebagai salah satu lokasi pengembangan kawasan Minapolitan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk menentukan kesesuaian lahan tambak yang ada demi peningkatan produktivitas tambak serta mendukung program pengembangan kawasan Minapolitan di Kabupaten Tanjabbar. Faktor yang dipertimbangkan dalam evaluasi lahan adalah: topografi dan elevasi, hidrologi, tanah, dan iklim. Analisis spasial dalam Sistem Informasi Geografis digunakan untuk penentuan kesesuaian lahan budidaya tambak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan tambak di Kabupaten Tanjabbar didominasi tanah sulfat masam dengan unsur-unsur toksik yang tinggi dan sebaliknya unsur hara makro yang rendah dengan tekstur tanah dominan lempung berliat dan lempung berpasir. Topografi lahan umumnya relatif datar dan elevasi yang tergolong rendah. Salinitas air tergolong rendah dengan tingkat turbiditas yang tergolong tinggi serta pasang surut yang sangat tinggi (4,55 m). Curah hujan yang mencapai 2.393 mm/tahun dengan 2 bulan kering. Hasil analisis kesesuaian lahan aktual menunjukkan bahwa tambak yang ada di Kabupaten Tanjabbar seluas 617,14 ha, di mana tidak ada lahan tambak yang tergolong sangat sesuai (Kelas S1); 38,40 ha tergolong cukup sesuai (Kelas S2); dan 222,82 ha yang tergolong kurang sesuai (Kelas S3); dan 355,92 ha yang tergolong tidak sesuai (Kelas N).

KATA KUNCI: kesesuaian lahan, tambak, Kabupaten Tanjung Jabung Barat

ABSTRACT: *Actual land suitability evaluation of existing brackishwater ponds in Tanjung Jabung Barat Regency, Jambi Province. By Rachmansyah and Akhmad Mustafa*

Brackishwater ponds in Tanjung Jabung Barat Regency, Jambi Province has low productivity. The area has also been designated as one of Minapolitan areas in Jambi Province. Therefore, the recent research was conducted to determine land suitability of the existing brackishwater ponds in the area which was hoped to serve as the baseline data for any program to increase the brackishwater ponds productivity and also to support the development of the Minapolitan area. Factors considered in the land evaluation were topography and elevation, hydrology, soil along with climate. Spatial analysis in Geographical Information System was used to determine land suitability for brackishwater ponds. The results of the research show that soil in the brackishwater ponds of Tanjung Jabung Barat Regency is dominated by acid sulfate soil with high concentration of toxic elements. Low concentration of macro nutrient with soil texture dominated by clay loam and sandy loam is also the characteristics

of the area. Generally, its land topography is flat and the elevation is classified low. Water salinity is low with high turbidity. The area has also a very high tidal range (4.55 m). Rainfall can reach 2.393 mm/year with 2 dry months. The result of actual land suitability showed that the existing brackishwater pond in Tanjung Jabung Barat Regency was 617.14 ha, of which no brackishwater ponds land was classified as highly suitable (S1 Class). A total of 38.40 ha was classified as moderately suitable (S2 Class), 222.82 ha classified as marginally suitable (S3 Class) and 355.92 ha was classified as unsuitable (N Class).

KEYWORDS: land suitability, brackishwater pond, Tanjung Jabung Barat Regency

PENDAHULUAN

Salah satu kabupaten di Provinsi Jambi yang memiliki lahan tambak dan potensi lahan tambak adalah Kabupaten Tanjung Jabung Barat (Tanjabbar). Namun demikian, tambak yang ada, masih memiliki tingkat produktivitas tambak yang tergolong rendah. Komoditas yang dibudidayakan di tambak Kabupaten Tanjabbar adalah udang windu (*Penaeus monodon*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos*). Komoditas lain yang dapat dibudidayakan di tambak adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*). Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP 32/MEN/2010 Tentang Penetapan Kawasan Minapolitan telah ditetapkan Kabupaten Tanjabbar sebagai salah satu lokasi pengembangan kawasan Minapolitan di Indonesia dengan komoditas andalan udang. Komoditas tersebut termasuk komoditas perikanan yang berbasis lahan, maka untuk dapat tumbuh atau hidup dan memproduksi secara optimum memerlukan persyaratan-persyaratan lahan tertentu yang dapat berbeda satu sama lain.

Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang terdiri atas tanah, topografi, hidrologi, vegetasi, dan iklim di mana pada batas-batas tertentu mempengaruhi kemampuan penggunaan lahan (World Bank, 1995 dalam Rajitha *et al.*, 2007). Oleh karena itu, perbedaan kombinasi penyusun lingkungan fisik lahan tersebut akan memberikan karakteristik lahan yang berbeda dan pada akhirnya kesesuaian lahan yang berbeda pula.

Sistem evaluasi lahan yang sering digunakan di Indonesia yaitu: klasifikasi kemampuan lahan dan klasifikasi kesesuaian lahan. Klasifikasi kemampuan lahan digunakan untuk penggunaan lahan bersifat umum (dalam arti luas), sedangkan klasifikasi kesesuaian

lahan digunakan untuk penggunaan lahan yang lebih bersifat khusus (Hardjowigeno, 2003). Evaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya tambak perlu dilakukan agar menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan tentang penggunaan lahan yang cocok dengan kesesuaiannya. Menurut Rossiter (1996), evaluasi kesesuaian lahan sangat penting dilakukan karena lahan memiliki sifat fisik, sosial, ekonomi, dan geografi yang bervariasi atau lahan diciptakan tidak sama.

Evaluasi kesesuaian lahan merupakan suatu proses pendugaan keragaan lahan apabila lahan digunakan untuk tujuan tertentu (FAO, 1985). Evaluasi kesesuaian lahan memprediksi keragaan lahan mengenai keuntungan yang diharapkan dari penggunaan lahan dan kendala penggunaan lahan yang produktif serta degradasi lingkungan yang diperkirakan akan terjadi karena penggunaan lahan. Kesesuaian lahan merupakan suatu kunci sukses dalam kegiatan akuakultur yang mempengaruhi keberhasilan dan keberlanjutannya (Pérez *et al.*, 2003) serta merupakan langkah awal bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan akuakultur yang berkelanjutan (Karthik *et al.*, 2005). Kesesuaian lahan untuk akuakultur sebaiknya memberikan tekanan seminimum mungkin terhadap lingkungan, memberikan potensial maksimum bagi pertumbuhan komoditas, meminimumkan biaya produksi dan meminimumkan atau mencegah potensial konflik antarpengguna (Pérez *et al.*, 2003) dan membuat penggunaan lahan lebih rasional (Hossain & Das, 2010). Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial). Kesesuaian lahan aktual adalah kesesuaian lahan berdasarkan data sifat biofisik lahan sebelum lahan tersebut diberikan masukan-masukan yang diperlukan untuk mengatasi kendala (Ritung *et al.*, 2007).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan aktual tambak yang ada agar produktivitas tambak dapat meningkat dan berkelanjutan serta dapat menjadi acuan Pemerintah Kabupaten Tanjabbar secara khusus dan Pemerintah Provinsi Jambi secara umum dalam penentuan Rencana Tata Ruang Wilayah dan mendukung program pengembangan kawasan Minapolitan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di wilayah pesisir Kecamatan Seberang Kota, Tungkal Ilir, dan Kuala Betara (Gambar 1) yang merupakan wilayah yang memiliki tambak di Kabupaten Tanjabbar Provinsi Jambi pada bulan April dan Mei 2010.

Data primer yang dikumpulkan meliputi data biofisik lahan yang meliputi faktor: topografi, elevasi, tanah, dan hidrologi. Penentuan titik-titik pengambilan contoh tanah didasarkan pada peta Satuan Unit. Peubah kualitas tanah yang diukur langsung di lapangan adalah pH_f (pH tanah yang diukur di

lapangan) dengan pH-meter (Ahern & Rayment, 1998) dan pH_{FOX} (pH tanah yang diukur di lapangan setelah dioksidasi dengan hidrogen peroksida (H_2O_2) 30%) dengan pH-meter (Ahern & Rayment, 1998) serta potensial redoks dengan redox-meter. Contoh tanah diambil pada kedalaman tanah 0-0,2 m dari permukaan tanah. Untuk analisis peubah kualitas tanah lainnya, maka contoh tanah yang ada secepatnya dimasukkan dalam kantong plastik dan selanjutnya dimasukkan dalam *cold box* yang diberi es. Contoh tanah diovenkan pada suhu 80°C-85°C selama 48 jam (Ahern & Blunden, 1998). Setelah kering, contoh tanah dihaluskan dengan cara ditumbuk pada lumpang porselin dan diayak dengan ayakan ukuran lubang 2 mm dan selanjutnya dianalisis di Laboratorium Tanah Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau (BRPBAP) di Maros. Kualitas tanah yang dianalisis di laboratorium meliputi pH_{KCl} (pH dari ekstrak KCl) (McElnea & Ahern, 2004a), pH_{OX} (McElnea & Ahern, 2004b), S_p (sulfur peroksida) (Melville, 1993; McElnea & Ahern, 2004c), S_{KCl} (sulfur yang diekstrak dengan KCl) (Melville, 1993; McElnea dan Ahern, 2004d), S_{POS} ($S_p - S_{KCl}$) (Ahern & McElnea,



Gambar 1. Titik-titik pengukuran dan pengambilan contoh tanah dan air di kawasan pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi

Figure 1. Soil and water measurement sampling points in the coastal area of Tanjung Jabung Barat Regency Jambi Province

2004), TPA (*Titratable Peroxide Acidity* atau sebelumnya dikenal dengan *Total Potential Acidity*) (McElnea dan Ahern, 2004b), TAA (*Titratable Actual Acidity* atau sebelumnya dikenal dengan *Total Actual Acidity*) (McElnea & Ahern, 2004a), TSA (*Titratable Sulfidic Acidity* atau sebelumnya dikenal dengan *Total Sulfidic Acidity*) (TPA-TAA) (McElnea & Ahern, 2004b), pirit (Ahern *et al.*, 1998a; 1998b), karbon organik dengan metode Walkley dan Black (Sulaeman *et al.*, 2005), N-total dengan metode Kjeldhal (Sulaeman *et al.*, 2005), PO₄ dengan metode Bray 1 (Sulaeman *et al.*, 2005), Fe dengan spektrofotometer (Menon, 1973), Al dengan spektrofotometer (Menon, 1973) dan tekstur dengan metode hidrometer (Agus *et al.*, 2006).

Topografi dan elevasi diketahui melalui pengamatan di lapangan. Data hidrologi yang diukur adalah pasang surut dan kualitas air. Pengukuran pasang surut dilakukan di salah satu titik pengamatan yang terletak muara Sungai Tungkal. Pengukuran pasang surut dilakukan selama 39 jam dengan interval pengukuran 1 jam menggunakan palem atau rambu pengamat pasang surut. Pengukuran dan pengambilan contoh air dilakukan di sungai, laut, saluran, dan tambak pada pukul antara 09:00 dan 15:00 WIB. Pengukuran dan pengambilan contoh air di tambak mengikuti titik pengambilan contoh tanah. Peubah kualitas air yang diukur langsung di lapangan adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan pH dengan menggunakan YSI 650. Contoh air untuk analisis di laboratorium diambil dengan menggunakan Kemmerer Water Sampler dan dipreservasi mengikuti petunjuk APHA (2005). Peubah kualitas air yang dianalisis di Laboratorium Air BRPBAP di Maros meliputi: NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, dan mengikuti petunjuk Menon (1973) dan APHA (2005). Seluruh titik-titik pengamatan dan pengambilan contoh ditentukan titik koordinatnya dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS).

Data sekunder termasuk data curah hujan dikumpulkan melalui penelusuran berbagai laporan, pustaka dan hasil penelitian dari berbagai instansi terkait. Peta yang dikumpulkan antara lain peta Administrasi Kabupaten Tanjabbar.

Peta Penutup/Penggunaan Lahan yang digunakan adalah citra dari Google Earth yang diintegrasikan dengan peta dasar dari peta Rupabumi Indonesia. Data primer, sekunder dan peta Penutup/Penggunaan Lahan yang

sudah dikumpulkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan analisis spasial dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Pada proses analisis menggunakan program ArcView 3.3 dengan cara memasukkan setiap peubah data untuk menghasilkan peta tematik bagi setiap peubah data. Selanjutnya dilakukan proses tumpang tindih pada semua peubah yang masuk dalam kriteria kesesuaian lahan tambak. Kriteria yang digunakan dalam penentuan kesesuaian lahan untuk budidaya tambak mengacu pada kriteria yang ada (Mustafa *et al.*, 2007).

Asumsi yang diterapkan dalam evaluasi kesesuaian lahan tambak disesuaikan pada pengelolaan yang rendah atau sederhana sampai sedang. Infrastruktur, aksesibilitas dan pemasaran hasil produksi tidak dipertimbangkan dalam evaluasi kesesuaian lahan ini. Hasil proses penilaian kesesuaian lahan ditampilkan dalam bentuk sistem klasifikasi kesesuaian lahan aktual. Sistem klasifikasi kesesuaian lahan ditentukan sampai tingkat kategori Kelas.

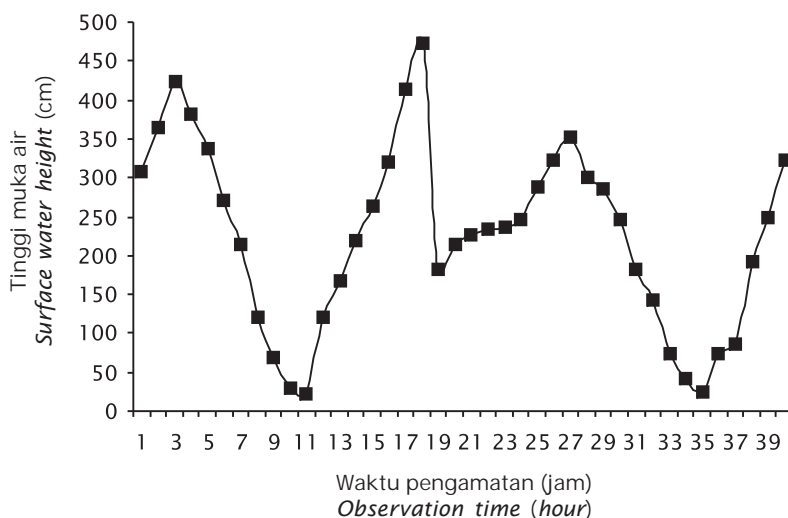
HASIL DAN BAHASAN

Elevasi dan Topografi

Kawasan pesisir dan daerah aliran sungai di Kabupaten Tanjabbar umumnya memiliki kemiringan lereng yang tergolong datar dan elevasi yang rendah (Anonim, 2009). Chanratchakool *et al.* (1995) menyarankan lahan yang baik untuk budidaya tambak adalah relatif datar. Lokasi tambak sebaiknya dipilih di tempat yang mempunyai elevasi tertentu agar memudahkan pengelolaan air, sehingga tambak cukup mendapatkan air pada saat terjadi pasang harian dan dapat dikeringkan pada saat surut harian (Poernomo, 1989). Menurut Bose *et al.* (1991), elevasi dasar tambak yang ideal adalah apabila dasar tambak dapat dikeringkan kapan saja dan dapat diisi air secara gravitasi selama 5 hari dari setiap siklus pasang surut.

Hidrologi

Pasang surut yang terukur di Sungai Tungkal menunjukkan bahwa perbedaan pasang dan surut di Kabupaten Tanjabbar tergolong sangat tinggi yaitu mencapai 4,55 m. Penurunan tinggi air tergolong cepat, di mana terjadi penurunan tinggi air sebesar 2,68 m dalam waktu 1 jam setelah pasang tinggi (Gambar 2). Poernomo (1989) berpendapat



Gambar 2. Pasang surut di kawasan pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi

Figure 2. Tidal range variation in the coastal area of Tanjung Jabung Barat Regency Jambi Province

bahwa lokasi yang fluktuasi pasang surutnya sedang (kisaran maksimumnya antara 2 dan 3 m dan rata-rata amplitudonya antara 1,1 dan 2,1 m) adalah layak bagi pengelolaan tambak di kawasan intertidal. Dikatakan pula bahwa lokasi yang fluktuasi pasang surutnya besar (lebih dari 4 m) akan menimbulkan masalah, karena diperlukan pematang yang besar untuk melindungi tambak dari pasang tinggi dan sebaliknya menimbulkan kesulitan mempertahankan air dalam tambak pada saat surut rendah. Kisaran pasang surut antara 1 dan 3 m lebih baik dalam pengisian serta pengeringan dan pembuangan limbah dari dalam tambak (Chanratchakool *et al.*, 1995). Dengan demikian, pasang surut di kawasan pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Barat tergolong kurang mendukung untuk budidaya tambak.

Suhu air yang terukur di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjung Jabung Barat berkisar antara 25,52°C dan 39,97°C dengan rata-rata 32,01°C (Tabel 1). Suhu air yang tinggi terukur pada tambak dengan air yang sangat dangkal (< 5 cm). Suhu air yang layak untuk budidaya udang windu berkisar antara 26°C dan 32°C (Poernomo, 1988) serta antara 13°C dan 33°C (Poxton, 2003) dan optimumnya antara 29°C dan 30°C (Poernomo, 1988). Suhu air 25°C-30°C adalah suhu yang baik untuk budidaya rumput laut (Hurtado-Ponce & Umezaki, 1987).

Oksigen terlarut air di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjung Jabung Barat berkisar antara 5,66 dan 10,21 mg/L. Oksigen terlarut yang terukur pada siang hari ini dapat mendukung kehidupan organisme budidaya di tambak. Pada konsentrasi oksigen terlarut antara 1,5 dan 3,5 mg/L dapat menyebabkan pertumbuhan serta konsumsi pakan dan efisiensi pakan pada udang windu menjadi rendah (Tsai, 1989). Batas oksigen terlarut untuk udang windu adalah 3-10 mg/L dan optimum 4-7 mg/L (Poernomo, 1989).

Telah disebutkan sebelumnya bahwa ada tiga sungai besar di Kabupaten Tanjung Jabung Barat yang bermuara di Selat Berhala di Laut Cina Selatan yang tergolong sungai hidup yang berarti memiliki sumber air tawar. Sebagai akibatnya, salinitas air yang terukur semuanya lebih kecil dari salinitas air laut (< 34 ppt) (Tabel 1). Udang windu mampu menyesuaikan diri terhadap salinitas 3-45 ppt (Tseng, 1987 dalam Poernomo, 1988), namun untuk pertumbuhan optimum diperlukan salinitas 15-25 ppt (Poernomo, 1988). Salinitas optimum untuk ikan bandeng (Ismail *et al.*, 1993) adalah 15 sampai dengan 25 ppt. Salinitas optimum untuk rumput laut adalah 15 sampai 25 ppt (Lin, 1974).

Kisaran pH air di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjung Jabung Barat cukup besar yaitu antara 5,79 dan 10,29 dengan rata-rata 7,21.

Tabel 1. Kualitas air di kawasan pertambakan (n = 109) Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi

Table 1. Water quality in the brackishwater ponds area of Tanjung Jabung Barat Regency Jambi Province

Peubah Variables	Minimum	Maksimum Maximum	Rata-rata Average	Standar deviasi Standard deviation
Suhu (Temperature) (°C)	25.52	39.97	32.01	2.70
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	5.66	10.21	6.91	0.69
Salinitas (Salinity) (ppt)	0.72	23.52	9.94	6.16
pH	5.79	10.29	7.21	0.89
Turbiditas (Turbidity) (NTU)	20.6	357.6	113.09	87.91
Nitrit (Nitrite) (mg/L)	0.0017	0.7757	0.0451	0.1166
Nitrat (Nitrate) (mg/L)	0.0027	1.3266	0.2388	0.3304
Amonia (Ammonia) (mg/L)	0.0172	1.5783	0.1561	0.2273
Fosfat (Phosphate) (mg/L)	0.0222	1.1895	0.2053	0.2405

Kemasaman air yang tinggi atau pH rendah sebagai akibat adanya sumber kemasaman yang dapat berasal dari tanah sulfat masam maupun tanah gambut yang mendominasi tanah di Kabupaten Tanjabbar. Kisaran pH yang baik untuk udang windu adalah 7,5-8,7 dengan optimum 8,0-8,5 (Poernomo, 1988; 1989). Menurut Swingle (1968), pada umumnya pH air yang baik bagi organisme akuatik adalah 6,5-9,0; pada pH 9,5-11,0; dan 4,0-6,0 mengakibatkan produksi rendah dan jika lebih rendah dari 4,0 atau lebih tinggi 11,0 akan meracuni ikan. Dengan demikian, pH air di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar masih dapat mendukung usaha budidaya tambak.

Turbiditas menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Turbiditas disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Davis & Cornwel, 1991; APHA, 2005). Tampaknya, turbiditas air di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar tergolong tinggi yang dapat menjadi faktor pembatas dalam budidaya tambak. Turbiditas lebih besar 50 NTU sudah tergolong tinggi dan turbiditas lebih besar 25 NTU sudah dapat mengganggu

organisme akuatik (Cech, 2010). Tingginya turbiditas diduga sebagai akibat dari liat lumpur maupun asam-asam humus yang berasal dari gambut.

Konsentrasi nitrit (NO₂) pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Perairan alami mengandung NO₂ sekitar 0,001 mg/L dan sebaliknya tidak melebihi 0,06 mg/L (Canadian Council of Resource and Environment Ministers, 1987 dalam Effendi, 2003). Konsentrasi NO₂ yang lebih dari 0,05 mg/L dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik yang sangat sensitif (Moore, 1991). Dengan demikian, konsentrasi nitrit air di beberapa tempat di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar tergolong kurang mendukung budidaya tambak, walaupun secara rata-rata konsentrasi nitrit sebesar 0,0451 mg/L (Tabel 1).

Tidak seperti halnya dengan nitrit yang bersifat toksik, bentuk nitrogen lainnya yaitu nitrat (NO₃) tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik, bahkan merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Konsentrasi NO₃ air di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar berkisar antara 0,0027 dan 1,3266 dengan rata-rata 0,2388 mg/L (Tabel 1) yang menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat tergolong tinggi. Telah dilaporkan bahwa konsentrasi NO₃ pada

perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/L. Konsentrasi NO_3 yang lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi perairan yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (Effendi, 2003).

Konsentrasi amonia (NH_3) 0,05-0,20 mg/L sudah menghambat pertumbuhan organisme akuatik pada umumnya. Apabila konsentrasi NH_3 lebih dari 0,2 mg/L, perairan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Swayer & McCarty, 1978). Chanratchakool *et al.* (1995) menyatakan bahwa konsentrasi NH_3 yang diperkenankan untuk budidaya udang windu adalah kurang dari 0,1 mg/L. Dengan demikian, ada tempat tertentu di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar yang memiliki konsentrasi NH_3 yang tergolong membahayakan kehidupan organisme akuatik, sebab konsentrasinya dapat mencapai 1,5783 mg/L..

Konsentrasi fosfat (PO_4) air di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar berkisar 0,0222 dan 1.1695 dengan rata-rata 0,2053 mg/L. Berdasarkan klasifikasi kesuburan perairan oleh Yoshimura (1966) dalam Liaw (1969), maka konsentrasi PO_4 ini tergolong perairan dengan tingkat kesuburan sangat tinggi. Konsentrasi PO_4 pada perairan alami berkisar antara 0,005-0,020 mg/L (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 dalam Effendi, 2003).

Tanah

Jenis tanah yang dijumpai di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar didominasi oleh tanah sulfat masam dan sebagian kecil tanah gambut dan tanah sulfat masam yang berasosiasi dengan tanah gambut. Karakteristik tanah yang dimiliki tambak di Kabupaten Tanjabbar terlihat pada Tabel 2.

pH_f adalah pH tanah yang diukur di lapangan dalam kondisi tanah jenuh dengan air, sedangkan pH_{FOX} adalah pH tanah yang diukur di lapangan setelah dioksidasi sempurna dengan H_2O_2 (hidrogen peroksida) 30% (Ahern & Payment, 1998) dan selisih nilai antara pH_f dan pH_{FOX} dapat digunakan untuk menentukan potensi kemasaman tanah. Rata-rata nilai pH_f , pH_{FOX} dan $\text{pH}_f - \text{pH}_{\text{FOX}}$ berturut-turut 6,26; 1,80 dan 4,46 yang menunjukkan bahwa tanah tambak di Kabupaten Tanjabbar memiliki potensi kemasaman yang tinggi. Hal ini juga didukung dengan nilai pH_{KCl} dan pH_{OX} yang rendah serta nilai S_{POS} dan TPA yang tinggi serta

konsentrasi unsur toksik seperti Fe (besi) dan Al (aluminium) yang tinggi juga.

Potensial redoks tanah menggambarkan kondisi tanah yang tereduksi atau teroksidasi. Dari Tabel 2 terlihat bahwa potensial redoks tanah di Kabupaten Tanjabbar bernilai negatif yang berarti tanah dalam kondisi tereduksi. Hal ini sebagai akibat tanah yang telah lama tergenang pada saat pengambilan contoh tanah, sehingga terbentuk kondisi reduksi pada tanah dasar tambak.

Pada tanah sulfat masam yang dicirikan dengan konsentrasi pirit (FeS_2), maka salah satu sumber kemasamannya adalah sulfur. Pirit yang teroksidasi akan menghasilkan asam sulfat dan ferrosulfat yang apabila bereaksi dengan air melepaskan ferrisulfat yang selanjutnya apabila teroksidasi kembali akan menghasilkan asam sulfat. Dari Tabel 2 terlihat bahwa tanah tambak di Kabupaten Tanjabbar mengandung pirit $2,43 \pm 1,82\%$, suatu konsentrasi FeS_2 yang tergolong tinggi.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa tanah tambak di Kabupaten Tanjabbar selain tergolong tanah sulfat masam juga tergolong tanah gambut atau tanah sulfat masam yang berasosiasi dengan tanah gambut. Hal ini dapat ditunjukkan oleh konsentrasi bahan organik tanah yang cukup tinggi yang dapat mencapai 30,61% (C-organik 17,71%). Tanah gambut adalah tanah yang dicirikan dengan konsentrasi C-organik (karbon organik) yang tinggi yaitu melebihi 15% (Boyd *et al.*, 2002). Konsentrasi bahan organik yang tinggi dapat menyebabkan terbentuknya senyawa metan dan hidrogen sulfida yang merupakan senyawa yang dapat mematikan organisme yang dibudidayakan. Dikatakan oleh Boyd (2008), konsentrasi karbon organik lebih dari 2,5% sudah termasuk berlebihan dan ada kecenderungan akan terbentuk zona anaerobik di dasar tambak. Dikatakan pula bahwa bahwa konsentrasi karbon organik sebesar 2,5% termasuk optimum untuk tambak yang dipupuk dan cukup sesuai untuk tambak yang diberi pakan.

Kebanyakan nitrogen dalam tanah dasar tambak terkandung dalam bahan organik. Analisis konsentrasi N-total tanah dilakukan, bukan hanya untuk mengetahui konsentrasi nitrogen tanah, tetapi juga untuk mengetahui rasio C:N tanah. Tampaknya, rasio C:N tanah tambak di Kabupaten Tanjabbar tergolong sangat tinggi dapat mencapai nilai rata-rata 135.

Tabel 2. Kualitas tanah (kedalaman 0-0,20 m) tambak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi (n = 105)

Table 2. Soil quality (at the depth of 0-0.20 m) of brackishwater ponds in Tanjung Jabung Barat Regency Jambi Province

Peubah (<i>Variables</i>)	Rata-rata <i>Average</i>	Standar deviasi <i>Standard deviation</i>
pH _F	6.26	0.67
pH _{FOX}	1.8	1.1
pH _F -pH _{FOX}	4.46	1.19
Potensial redoks (<i>Redox potential</i>) (mV)	-257	114
pH _{KCl}	5.51	1.15
pH _{OX}	2.01	0.88
S _{KCl} (%)	0.32	0.21
S _P (%)	1.67	0.86
S _{POS} (%)	1.35	0.76
TPA (mol H ⁺ /ton)/(<i>mole H⁺/ton</i>)	559	390
TAA (mol H ⁺ /ton)/(<i>mole H⁺/ton</i>)	14	87
TSA (mol H ⁺ /ton)/(<i>mole H⁺/ton</i>)	545	408
Pirit (<i>Pyrite</i>) (%)	2.43	1.82
Bahan organik (<i>Organic matter</i>) (%)	9,47	5.46
N-total (<i>Total-N</i>) (%)	0.05	0.02
Rasio C:N (<i>C:N ratio</i>)	135	178
PO ₄ (mg/L)	21.83	20.08
Fe (mg/L)	4002	1111
Al (mg/L)	198	83
Pasir (<i>Sand</i>) (%)	11	10
Liat (<i>Clay</i>) (%)	53	9
Debu (<i>Silt</i>) (%)	36	11
Tekstur (<i>Texture</i>)	Lempung, Lempung berliat, Lempung berdebu, Lempung liat berpasir, Pasir berdebu (<i>Loam, Clay loam, Silty loam, Sandy clay loam, Silty sand</i>)	

Telah dilaporkan sebelumnya bahwa rasio C:N tanah gambut biasanya lebih besar dari 31:1 (Mustafa, 1998; Barchia, 2006). Rasio C:N yang ideal untuk tambak adalah 8:1 sampai 12:1 (Boyd, 2008).

Ketersediaan fosfat (PO₄) > 60 mg/L dalam tanah tambak dapat digolongkan sebagai *slight* atau tergolong baik dengan faktor pembatas yang sangat mudah diatasi (Karthik *et al.*, 2005). Oleh karena itu, konsentrasi PO₄ di tanah tambak Kabupaten Tanjabbar tergolong rendah sebab rata-rata hanya 21,83 mg/L.

Tanah tambak sering dijumpai bertekstur halus dengan konsentrasi liat minimal 20%-30% untuk menahan peresapan ke samping (Boyd, 1995). Tekstur tanah yang baik untuk tambak

adalah: liat, lempung berliat, lempung liat berdebu, lempung berdebu, lempung, dan lempung liat berpasir (Ilyas *et al.*, 1987). Dikatakan oleh Boyd (1995) bahwa suatu material tanah yang merupakan campuran dari partikel yang berbeda ukuran dan mengandung minimum 30% liat adalah ideal untuk konstruksi tambak. Dari Tabel 2 terlihat bahwa tekstur tanah tambak di Kabupaten Tanjabbar adalah lempung, lempung berliat, lempung berdebu, lempung liat berpasir, dan pasir berdebu. Tekstur tanah ini mendukung usaha budidaya tambak yang masih memerlukan makanan alami seperti klekap sebagai sumber utama makanan bagi organisme yang dibudidayakan di tambak. Dalam hal ini, teknologi tradisional dan

tradisional plus adalah pilihan yang dapat dilakukan di tambak Kabupaten Tanjung Jabbar.

Iklm

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap budidaya tambak termasuk kualitas air tambak adalah iklim, terutama curah hujan. Curah hujan bulanan di Kabupaten Tanjung Jabbar dapat dilihat pada Gambar 3 dan menunjukkan bahwa setiap bulan terjadi hujan dengan curah hujan melebihi 100 mm/bulan. Curah hujan bulanan dan hari hujan yang rendah dijumpai pada Februari dan Juni, sedangkan curah hujan dan hari hujan yang lebih tinggi dijumpai pada bulan lainnya.

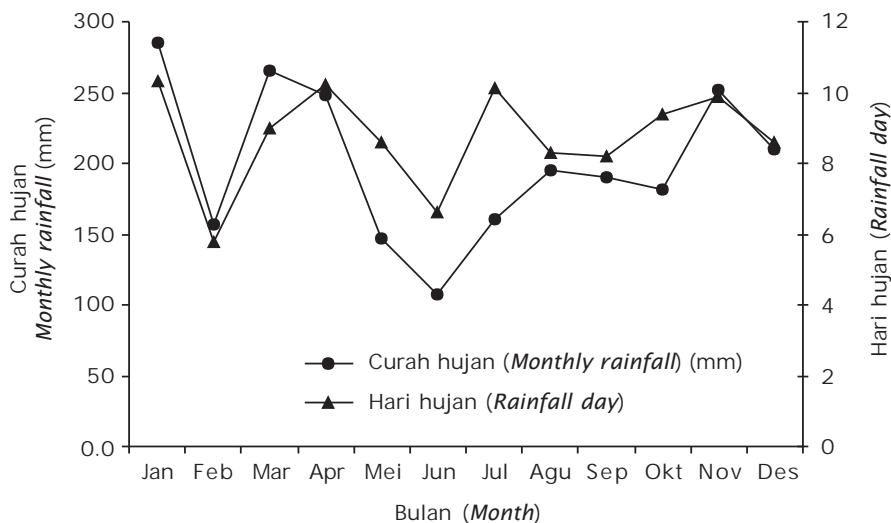
Curah hujan di Kabupaten Tanjung Jabbar mencapai 2.393 mm/tahun. Curah hujan antara 2.000-3.000 mm/tahun dengan bulan kering 2-3 bulan cukup baik untuk budidaya tambak. Bulan kering di Tanjung Jabbar terjadi pada bulan Februari dan Juni seperti telah disebutkan sebelumnya. Dengan demikian curah hujan di Kabupaten Tanjung Jabbar tergolong mendukung untuk usaha budidaya tambak. Persiapan tambak adalah salah satu kegiatan yang harus dilakukan sebelum dilakukan penebaran. Pada saat persiapan tambak dilakukan pengeringan tambak dengan tujuan untuk memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan mineralisasi bahan organik dan menghilangkan bahan-

bahan beracun berupa hidrogen sulfida, amonia, dan metan. Karena itu diperlukan adanya bulan-bulan kering tertentu pada setiap tahun. Bulan Februari dan Juni adalah saat yang tepat dalam melaksanakan persiapan tambak di Kabupaten Tanjung Jabbar.

Kesesuaian Lahan

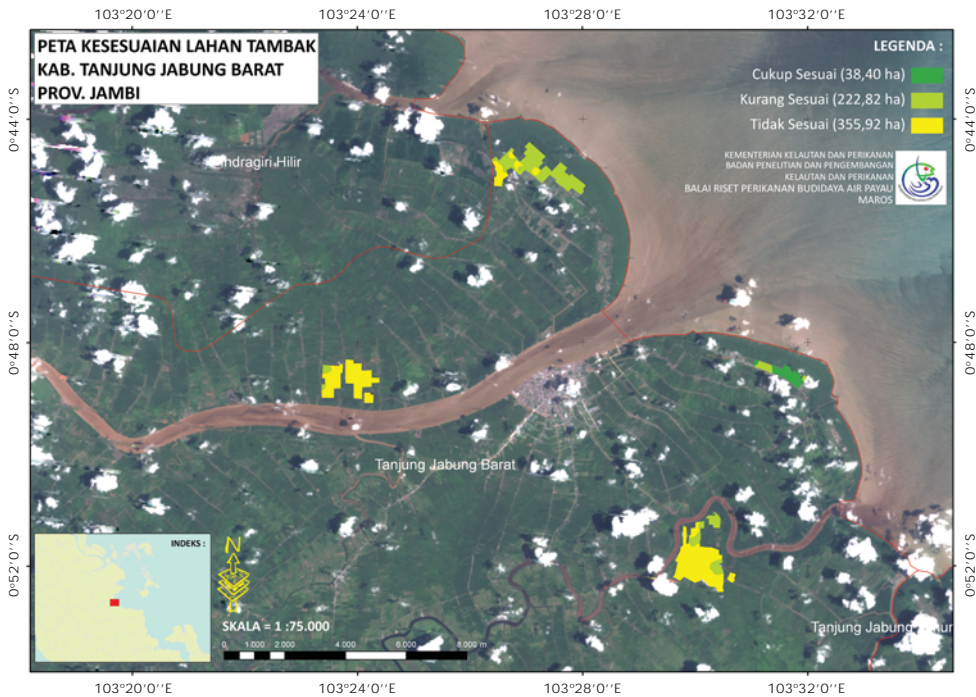
Hasil analisis menunjukkan bahwa tambak yang ada di Kabupaten Tanjung Jabbar seluas 617,14 ha. Dari hasil evaluasi kesesuaian lahan aktual dari tambak yang ada tersebut ternyata tidak ada lahan tambak yang tergolong sangat sesuai (Kelas S1), 38,40 ha tergolong cukup sesuai (Kelas S2) dan 222,82 ha yang tergolong kurang sesuai (Kelas S3) dan 355,92 ha yang tergolong tidak sesuai (Kelas N) (Gambar 4).

Sebagai faktor pembatas utama kesesuaian lahan tambak di Kabupaten Tanjung Jabbar adalah potensi kemasaman tanah yang tinggi. Pengelolaan lahan terutama tanah yang dapat dilakukan untuk menurunkan potensi kemasaman tanah adalah melalui remediasi baik berupa pengeringan dan pembilasan tanah maupun melalui pengapuran. Selain perbaikan tanah, rekayasa tambak yang tepat dapat pula mengoptimalkan produksi di tambak tanah sulfat masam. Untuk mengurangi masuknya asam-asam organik dari pematang



Gambar 3. Curah hujan bulanan di kawasan pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi

Figure 3. Monthly rainfall in the coastal area of Tanjung Jabung Barat Regency Jambi Province



Gambar 4. Kesesuaian lahan aktual tambak yang ada di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi

Figure 4. Actual land suitability of the existing brackishwater ponds in Tanjung Jabung Barat Regency Jambi Province

ke dalam tambak pada saat hujan (terutama setelah panas yang lama), maka pada tambak tanah sulfat masam sebaiknya pematang diberi berm dan ditanami rumput (Mustafa, 2008). Penanaman rumput pada pematang ini juga dapat mengurangi erosi pematang. Selain itu, untuk mengurangi masuknya asam-asam organik dari dalam tanah pematang tambak yang dibangun di tanah sulfat masam, disarankan melakukan pengapuran berlapis atau integrasi kapur ke dalam tanah pematang pada saat pembuatan pematang baru atau rekonstruksi pematang. Sebaiknya, gundukan tanah yang ada dalam tambak dikurangi dan kalau perlu ditiadakan, sebab kondisi ini menyebabkan semakin luas permukaan tanah sulfat masam yang teroksidasi, sehingga unsur atau senyawa beracun juga semakin bertambah.

Bahan organik tanah yang sangat tinggi juga dapat menjadi faktor pembatas dalam kesesuaian lahan tambak di Kabupaten Tanjabbar. Penggunaan pupuk yang mengandung nitrogen seperti pupuk Urea diharapkan

dapat menurunkan rasio C:N tanah yang juga dapat mempercepat proses penguraian bahan organik. Penguraian bahan organik dapat pula dipercepat melalui remediasi (Mustafa & Rachmansyah, 2008).

Pasang surut yang sangat tinggi juga merupakan faktor pembatas dalam pengelolaan budidaya tambak di Kabupaten Tanjabbar. Pasang surut yang sangat tinggi menuntut pematang tambak yang harus tinggi dan lebar, sehingga konsekuensinya adalah biaya pembuatan dan pemeliharaan tambak yang tergolong tinggi. Pematang utama harus lebih tinggi dari air pasang tertinggi yang pernah terjadi selama 10-15 tahun terakhir (dela Cruz, 1983). Oleh karena itu, tinggi pematang harus diberi imbuan atau jagaan 0,3-0,6 m (Bose *et al.*, 1991). Namun demikian, fraksi liat tanah yang cukup tinggi ($53 \pm 9\%$) dapat menjadi material pematang tambak yang baik di Kabupaten Tanjabbar. Tanah tambak dengan konsentrasi liat minimal 20%-30% dapat menahan peresapan ke samping (Boyd, 1995).

Salinitas air yang tergolong relatif rendah untuk budidaya tambak yaitu berkisar antara 0,72 dan 23,52 dengan rata-rata 9,94 ppt dapat menjadi faktor pembatas kesesuaian lahan tambak di Kabupaten Tanjabbar. Udang windu, udang vaname, dan ikan bandeng merupakan organisme eurihalin, namun karena dibudidayakan untuk tujuan komersial, kisaran salinitas yang optimum perlu dipertahankan. Salinitas optimum untuk udang windu (Poernomo, 1988) dan ikan bandeng (Ismail *et al.*, 1993) adalah 15 sampai dengan 25 ppt. Rumput laut tumbuh optimum pada salinitas 25 ppt (Lin, 1974; Tseng & Borowitzka, 2003) dan antara 18 dan 30 ppt (Chen, 1976). Tampaknya, komoditas yang dapat beradaptasi terhadap salinitas yang rendah seperti udang windu, udang vaname, ikan bandeng, dan nila merupakan komoditas yang dapat tumbuh dan berkembang pada kondisi salinitas di kawasan pertambakan Kabupaten Tanjabbar.

Turbiditas air sumber yang tinggi juga menjadi faktor pembatas kesesuaian lahan di Tanjabbar. Tampaknya penggunaan petak tandon untuk mengurangi turbiditas air menjadi penting, di samping aplikasi kapur yang juga dapat menurunkan turbiditas air. Turbiditas karena partikel liat tanah dapat dikurangi melalui aplikasi kapur (Masuda & Boyd, 1999; Ebeling *et al.*, 2003).

Hasil analisis kesesuaian lahan yang telah disebutkan tersebut digolongkan kesesuaian lahan aktual sebab dinilai untuk kondisi saat ini berdasarkan data sifat biofisik lahan sebelum lahan tersebut diberikan masukan-masukan yang diperlukan untuk mengatasi kendala atau faktor pembatas. Apabila usaha perbaikan dapat dilakukan seperti juga telah dijelaskan sebelumnya, maka kelas kesesuaian lahan dapat naik satu tingkat pada golongan kesesuaian lahan potensial (Ritung *et al.*, 2007).

Pada lokasi yang tergolong cukup sesuai (Kelas S2) disarankan untuk melakukan budidaya udang secara tradisional dan tradisional plus, pada lokasi yang tergolong kurang sesuai (Kelas S3) disarankan melakukan budidaya bandeng atau nila sepanjang tahun atau polikultur rumput laut dengan bandeng pada musim kemarau.

Berdasarkan Pasal 27 Keppres Nomor 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung dan kisaran pasang surut di Kabupaten Tanjabbar maka lebar jalur hijau di tepi pantai sekitar 592 m dan berdasarkan

Pasal 16 Keppres Nomor 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung maka lebar jalur hijau di tepi kiri dan kanan Sungai Pengabuan, Sungai Tungkal, dan Sungai Betara adalah 100 m. Pada Pasal 13 Penjelasan UU RI Nomor 31 (2004) dikatakan bahwa salah satu kawasan konservasi yang terkait dengan perikanan adalah mangrove.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil karakterisasi lahan tambak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi menunjukkan bahwa tanah sulfat masam adalah jenis tanah dominan yang memiliki potensi kemasaman dan unsur-unsur toksik yang tinggi dan sebaliknya unsur hara makro yang rendah dengan tekstur tanah dominan yang tergolong pasir berlempung dan lempung berpasir. Topografi lahan umumnya relatif datar dan elevasi yang tergolong rendah. Salinitas air tergolong rendah dengan tingkat turbiditas yang tergolong tinggi serta pasang surut yang sangat tinggi (4,55 m). Curah hujan yang mencapai 2.393 mm/tahun dengan 2 bulan kering. Hasil analisis menunjukkan bahwa tambak yang ada di Kabupaten Tanjabbar seluas 617,14 ha, di mana tidak ada lahan tambak yang tergolong sangat sesuai (Kelas S1), 38,40 ha tergolong cukup sesuai (Kelas S2) dan 222,82 ha yang tergolong kurang sesuai (Kelas S3) dan 355,92 ha yang tergolong tidak sesuai (Kelas N).

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Idham Halid, Makmur, dan Mat Fahrur atas bantuannya dalam pengukuran dan pengambilan contoh tanah dan air maupun pengukuran pasang surut di lapangan; Rosiana Sabang, Kamariah, Rahmiah, dan Rismawati atas bantuannya dalam analisis kualitas tanah serta Sutrisyani, Siti Rohani, Andi Sahrijanna, dan Kurniati atas bantuannya dalam analisis kualitas air di laboratorium. Terima kasih juga diucapkan pada Kepala dan Staf Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Tanjung Jabung Barat atas segala bantuannya selama pelaksanaan penelitian di lapangan.

DAFTAR ACUAN

Agus, F., Yusrial & Sutono. 2006. Penetapan tekstur tanah. Dalam: Kurnia, U., Agus, F., Adimihardja, A. dan Dariah, A. (Eds.), *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan

- Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. Hlm. 43-62.
- Ahern, C.R. & Blunden, B. 1998. Designing a soil sampling and analysis program. In: Ahern, C.R., Blunden, B. and Stone, Y. (eds.), *Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, NSW. p. 2.1-2.6.
- Ahern, C.R. & McElnea, A.E. 2004. Calculated sulfur parameters. In: *Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland, Australia. p. B11-1-B11-2.
- Ahern, C.R., McElnea, A., & Baker, D.E. 1998a. Peroxide oxidation combined acidity and sulfate. In: Ahern, C.R., B. Blunden and Y. Stone (eds.), *Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, NSW. p. 4.1-4.17.
- Ahern, C.R., McElnea, A.E., & Baker, D.E. 1998b. Total oxidisable sulfur. In: Ahern, C.R., Blunden, B. and Stone, Y. (eds.), *Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, NSW. p. 5.1-5.7.
- Ahern, C.R. & Rayment, G.E. 1998. Codes for acid sulfate soils analytical methods. In: Ahern, C.R., Blunden, B. and Stone, Y. (eds.), *Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, NSW. p. 3.1-3.5.
- Anonim. 2009. Geografi dan Iklim Kabupaten Tanjung Jabung Barat, 2009. <http://tanjabbarkab.bps.go.id/index.php/geografi.html>. Diakses 12/02/2011.
- APHA (American Public Health Association). 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. APHA-AWWA-WEF, Washington, DC. 1185 pp.
- Bose, A.N., Ghosh, S.N., Yang, C.T., & Mitra, A. 1991. *Coastal Aquaculture Engineering*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 365 pp.
- Boyd, C.E. 1995. *Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York. 348 pp.
- Boyd, C.E. 2008. Pond bottom soil analyses. *Global Aquaculture Advocate* September/October, 91-92.
- Boyd, C.E., Wood, C.W., & Thunjai, T. 2002. *Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management*. Oregon State University, Corvallis, Oregon. 41 pp.
- Barchia, M.F. 2006. *Gambut: Agroekosistem dan Transformasi Karbon*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 196 hlm.
- Cech, T.V. 2010. Principles of Water Resources: History, Development, Management and Policy. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken. 549 pp.
- Chanratchakool, P., Turnbull, J.F., Funge-Smith, S., & Limsuwan, C. 1995. *Health Management in Shrimp Ponds*. Second edition. Aquatic Animal Health Research Institute, Department of Fisheries, Kasetsart University Campus, Bangkok. 111 pp.
- Chen, T.P. 1976. Culture of Gracilaria. In: *Aquaculture Practices in Taiwan*. Page Bros., London. p. 145-149.
- Davis, M.L. & Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second edition. McGraw-Hill, Inc., New York. 822 pp.
- dela Cruz, C.R. 1983. *Fishpond Engineering: A Technical Manual for Small- and Medium-scale Coastal Fish Farms in Southeast Asia*. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila. 180 pp.
- Ebeling, J.M., Sibrell, P.L., Ogden, S.R., & Summerfelt, S.T. 2003. Evaluation of chemical coagulation-flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge. *Aquacultural Engineering*, 29: 23-42.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 258 hlm.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1985. Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture. In: *FAO Soil Bulletin* 55. Soil Resources Management and Conservation Service and Water Development Division, FAO, Rome. 231 pp.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Edisi Revisi. Akademika Pressindo, Jakarta. 354 hlm.
- Hossain, M.S. & Das, N.G. 2010. GIS-based multi-criteria evaluation to land suitability modelling for giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(1): 172-186.

- Hurtado-Ponce, A.Q. & Umezaki, I. 1987. Growth rate studies of *Gracilaria verrucosa* (Gigartinales, Rhodophyta). *Botanica Marina*, 30: 223-226.
- Ilyas, S., Cholik, F., Poernomo, A., Ismail, W., Arifudin, R., Daulay, T., Ismail, A., Koesoemadinata, S., Rabegnatar, I N.S., Soepriyadi, H., Suharto, H.H., Azwar, Z.I., & Ekowardoyo, S. 1987. *Petunjuk Teknis bagi Pengoperasian Unit Usaha Pembesaran Udang Windu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 100 hlm.
- Ismail, A., Poernomo, A., Sunyoto, P., Wedjatmiko, Dharmadi, & Budiman, R.A.I. 1993. *Pedoman Teknis Usaha Pembesaran Ikan Bandeng di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 93 hlm.
- Karthik, M., Suri, J., Saharan, N., & Biradar, R.S. 2005. Brackish Water Aquaculture Site Selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, Using the Techniques of Remote Sensing and Geographical Information System. *Aquacultural Engineering*, 32:285-302.
- Liaw, W.K. 1969. Chemical and biological studies of fishponds and reservoirs in Taiwan. *Rep. Fish Culture Res., Fish. Series, Chin. Am. Joint Commission on Rural Reconstruction*, 7: 1-43.
- Lin, M.N. 1974. *Culture of Gracilaria*. Fish Research Institute, Keelung, Taipei. p. 1-8.
- Masuda, K. & Boyd, C.E. 1999. Effect of aeration, alum treatment, liming, and organic matter application on phosphorus exchange between soil and water in aquaculture ponds at Auburn, Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, 25(3): 405-416.
- McElnea, A.E. & Ahern, C.R. 2004a. KCl extractable pH (pH_{KCl}) and titratable actual acidity (TAA). *In: Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland, Australia. p. B2-1-B2-3.
- McElnea, A.E. & Ahern, C.R. 2004b. Peroxide pH (pH_{Ox}), titratable peroxide acidity (TPA) and excess acid neutralising capacity (ANC_e). *In: Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland, Australia. p. B3-1-B3-7.
- McElnea, A.E. & Ahern, C.R. 2004c. Sulfur-peroxide oxidation method. *In: Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland, Australia. p. B7-1-B7-2.
- McElnea, A.E. & Ahern, C.R. 2004d. Sulfur 1M KCl extraction (S_{KCl}). *In: Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland, Australia. p. B8-1-B8-2.
- Melville, M.D. 1993. *Soil Laboratory Manual*. School of Geography, The University of New South Wales, Sydney. 74 pp.
- Menon, R.G. 1973. *Soil and Water Analysis: A Laboratory Manual for the Analysis of Soil and Water*. Proyek Survey O.K.T. Sumatera Selatan, Palembang. 190 pp.
- Moore, J.W. 1991. *Inorganic Contaminants of Surface Water*. Springer-Verlag, New York. 334 pp.
- Mustafa, A. 1998. Budi daya tambak di lahan gambut dan permasalahannya: studi kasus di Sulawesi Selatan. *Jurnal Litbang Perikanan*, XVII(3): 73-82.
- Mustafa, A. 2008. Desain, tata letak dan konstruksi tambak. *Media Akuakultur*, 3(2): 166-174.
- Mustafa, A. & Rachmansyah. 2008. Kebijakan dalam pemanfaatan tanah sulfat masam untuk budidaya tambak. *Dalam: Sudradjat, A., Rusastra, I.W. dan Budiharsono, S. (eds.), Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya*. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta. hlm. 1-11.
- Mustafa, A., Rachmansyah, & Hanafi, A. 2007. *Kelayakan Lahan untuk Budi Daya Perikanan Pesisir. Dalam: Kumpulan Makalah Bidang Riset Perikanan Budidaya*. Disampaikan pada Simposium Kelautan dan Perikanan pada tanggal 7 Agustus 2007 di Gedung Bidakara, Jakarta. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta. 28 hlm.
- Pérez, O.M., Ross, L.G., Telfer, T.C., & del Campo Barquin, L.M. 2003. Water quality requirements for marine fish cage site selection in Tenerife (Canary Islands): predictive modelling and analysis using GIS. *Aquaculture*, 224: 51-68.
- Poernomo, A. 1988. *Pembuatan Tambak Udang di Indonesia*. Seri Pengembangan No. 7. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 30 hlm.
- Poernomo, A. 1989. Faktor lingkungan dominan pada budidaya udang intensif. *Dalam:*

- Bittner, A. (Ed.), *Budidaya Air*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta. hlm. 66-120.
- Poxton, M. 2003. Water quality. In: Lucas, J.S. and Southgate, P.C. (eds.), *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford. p. 47-73.
- Rajitha, K., Mukherjee, C.K. & Chandran, R.V. 2007. Applications of remote sensing and GIS for sustainable management of shrimp culture in India. *Aquacultural Engineering*, 36: 1-17.
- Ritung, S., Wahyunto, Agus, F. & Hidayat, H. 2007. *Panduan Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan Contoh Peta Arah Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia. 39 hlm.
- Rossiter, D.G. 1996. A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma*, 72: 165-202.
- Sawyer, C.N. & McCarty, P.L. 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*. Third edition. McGraw-Hill Book Company, Tokyo. 532 pp.
- Sulaeman, Suparto, & Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Dalam: Prasetyo, B.H., Santoso, D. dan Widowati, L.R. (Eds.). Balai Penelitian Tanah, Bogor. 136 hlm.
- Swingle, H.S. 1968. Standardization of chemical analysis for waters and pond muds. *FAO Fisheries Report*, 44(4): 397-406.
- Tsai, C. -K. 1989. Water quality management. In: Akiyama, D.M. (ed.), *Proceedings of the Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop*. American Soybean Association, Singapore. p. 56-63.
- Tseng, C.K. & Borowitzka, M. 2003. Algae culture. In: Lucas, J.S. and Southgate, P.C. (eds.), *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford. p. 253-275.