

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

ESTIMASI KEBUTUHAN KAPUR UNTUK TAMBAK TANAH SULFAT MASAM (TSM) DI PULAU LAUT KABUPATEN KOTA BARU PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Tarunamulia[#], Hasnawi, dan Admi Athirah

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan

(Naskah diterima: 17 Juni 2019; Revisi final: 20 Agustus 2019; Disetujui publikasi: 21 Agustus 2019)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan dan kebutuhan kapur yang dapat diaplikasikan untuk mendukung upaya remediasi tambak tanah sulfat masam (TSM) di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru Provinsi Kalimantan Selatan. Untuk mengestimasi kebutuhan kapur, sebanyak 46 contoh tanah diambil dan dianalisis mengikuti metode acak bertingkat (*random stratified*). Selain contoh tanah, juga dilakukan pengambilan tiga contoh untuk masing-masing jenis kapur komersial yang tersedia di lokasi studi. Sampel tanah dan kapur selanjutnya dibawa ke laboratorium tanah Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3), Maros untuk analisis lanjutan kandungan kimia fisika. Analisis kebutuhan kapur untuk menetralkan kemasaman tanah tambak dilakukan dengan mengombinasikan metode Boyd dan metode SPOCAS dengan parameter *input* berupa kualitas tanah dan kualitas kapur yang meliputi nilai netralisir (NV) and tingkat efisiensi (ER). Hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan kapur di lokasi studi masih jauh dari cukup untuk tujuan menetralkan kemasaman tanah dasar tambak. Berdasarkan nilai rata-rata tingkat kemasaman tanah 994 mol H⁺/ton didapatkan kebutuhan kapur untuk kedua tipe kapur dolomit "Dolo Natural" dan "Kaptan" bervariasi antara 1,2 hingga 28 ton/ha dengan kebutuhan kapur maksimum ditemukan berada di Kecamatan Pulau Laut Timur. Untuk mengurangi penggunaan kapur disarankan agar melakukan tahapan remediasi secara utuh yang meliputi pengeringan, perendaman, dan pembilasan tambak, sebelum pengapuran dilaksanakan.

KATA KUNCI: tambak; tanah sulfat masam; kapur; Kabupaten Kota Baru

ABSTRACT: *Estimation of lime requirements for acid sulfate soils-affected brackishwater ponds in Pulau Laut, Kota Baru Regency South Kalimantan Province. By: Tarunamulia, Hasnawi, and Admi Athirah*

The study was carried out to determine the naturally available lime in and lime amount required to remediate acid sulfate soils affected brackishwater ponds (TSM) in Pulau Laut, Kota Baru Regency South Kalimantan Province. Lime requirements were determined by collecting 46 soil samples following a stratified random sampling method. In addition, three samples each from two locally available commercial lime materials were collected for physical and chemical properties analyses at the Soil Laboratory of the Research Institute for Coastal Aquaculture and Fisheries Extension (RICAFE). Lime requirements to neutralize ponds' soil acidity were determined through a combined Boyd and SPOCAS methods with input parameters of soil quality as well as neutralizing values (NV) and efficiency rating (ER) of the liming materials. The results of the analyses indicated that the availability of lime materials in the study location was insufficient to neutralize the acidity of the pond bottom soil. Taking into account the average soil acidity level of 994 mol H⁺/tonnes, the required amount of lime varied from 1.2 to 28 tonnes/ha for both commercial dolomitic limestones "Dolo Natural" and "Kaptan". The highest lime requirements was found in the TSM ponds of Pulau Laut Timur Regency. This research recommends that a complete remediation stage, including drying, submerging, and flushing of ponds before applying liming materials, can greatly minimize the required amount of lime.

KEYWORDS: *brackishwater ponds; acid sulfate soils; lime; Kota Baru Regency*

[#] Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan, Indonesia.
Tel. + 62 411 37154
E-mail: tarunamulia@yahoo.com

PENDAHULUAN

Potensi lahan untuk budidaya tambak air payau di Indonesia hingga tahun 2014 tercatat sebesar 2.964.331 ha, namun baru dapat dimanfaatkan sekitar 22,5% (667.083 ha) (KKP, 2015). Kebanyakan dari tambak-tambak tersebut dalam kondisi tidak produktif dan dilerantarkan karena dibangun pada lahan yang bermasalah dengan kualitas lingkungan. Lahan pantai di Indonesia memiliki karakteristik dan kualitas yang sangat bervariasi, Poernomo (1992) mencontohkan bahwa lahan tambak di Pulau Jawa umumnya didominasi oleh jenis tanah vulkanik, dengan karakteristik yang subur, sedangkan di luar Pulau Jawa biasanya dicirikan dengan lahan tambak yang bersifat masam dengan kandungan hara yang rendah. Keberadaan tanah sulfat masam (TSM) dan tanah berpasir diketahui menjadi faktor pembatas produksi tambak di Kabupaten Pidie, Nanggroe Aceh Darussalam [NAD] (Sammud & Tarunamulia, 2006; Sammut *et al.*, 2008). Sedangkan asosiasi tanah gambut dan tanah sulfat masam dilaporkan menjadi salah satu kendala utama dalam pengembangan tambak di sebagian besar pantai Timur Sulawesi Selatan, Kalimantan Timur, Kabupaten Sulawesi Tenggara, dan Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat (Mustafa *et al.*, 2009; Mustafa *et al.*, 2011; Mustafa & Ratnawati, 2013).

Karakteristik lahan marjinal TSM yang berasosiasi dengan tanah gambut (dari mangrove) juga umumnya dijumpai di kawasan pesisir Kabupaten Kota Baru Provinsi Kalimantan Selatan. Sangat disayangkan karena kawasan ini termasuk memiliki potensi yang besar dalam perikanan budidaya air payau. Kawasan tambak air payau tersebar pada 14 kecamatan dengan total potensi untuk tambak air payau sebesar 17.758 ha. Namun demikian hingga tahun 2013 tercatat baru sekitar 9.444 ha (53%) yang ditetapkan sebagai kawasan budidaya tambak (Dirjen P3K, 2013). Dari total 14 kecamatan yang menjadi kawasan budidaya tambak air payau tersebut; lima kecamatan di antaranya berada di Pulau Laut dengan total luas 6.059,85 ha atau 64% dari total luas kawasan budidaya tambak di Kabupaten Kota Baru. Data hasil panen terakhir pada tahun 2016 menunjukkan produksi udang windu yang dikelola secara monokultur hanya mencapai rata-rata 148 kg/ha, sedangkan dari tambak polikultur (udang-bandeng) didapatkan produksi udang rata-rata hanya 29 kg/ha. Tingkat produktivitas tambak yang rendah tersebut berkaitan erat dengan karakteristik tambak yang tergolong TSM.

Permasalahan utama yang dijumpai pada tambak yang berasosiasi dengan TSM, antara lain: tingkat kemasaman sangat tinggi ($\text{pH} < 4$) akibat keberadaan senyawa pirit (FeS_2) yang bilamana teroksidasi menghasilkan asam sulfat (H_2SO_4) dan berakibat

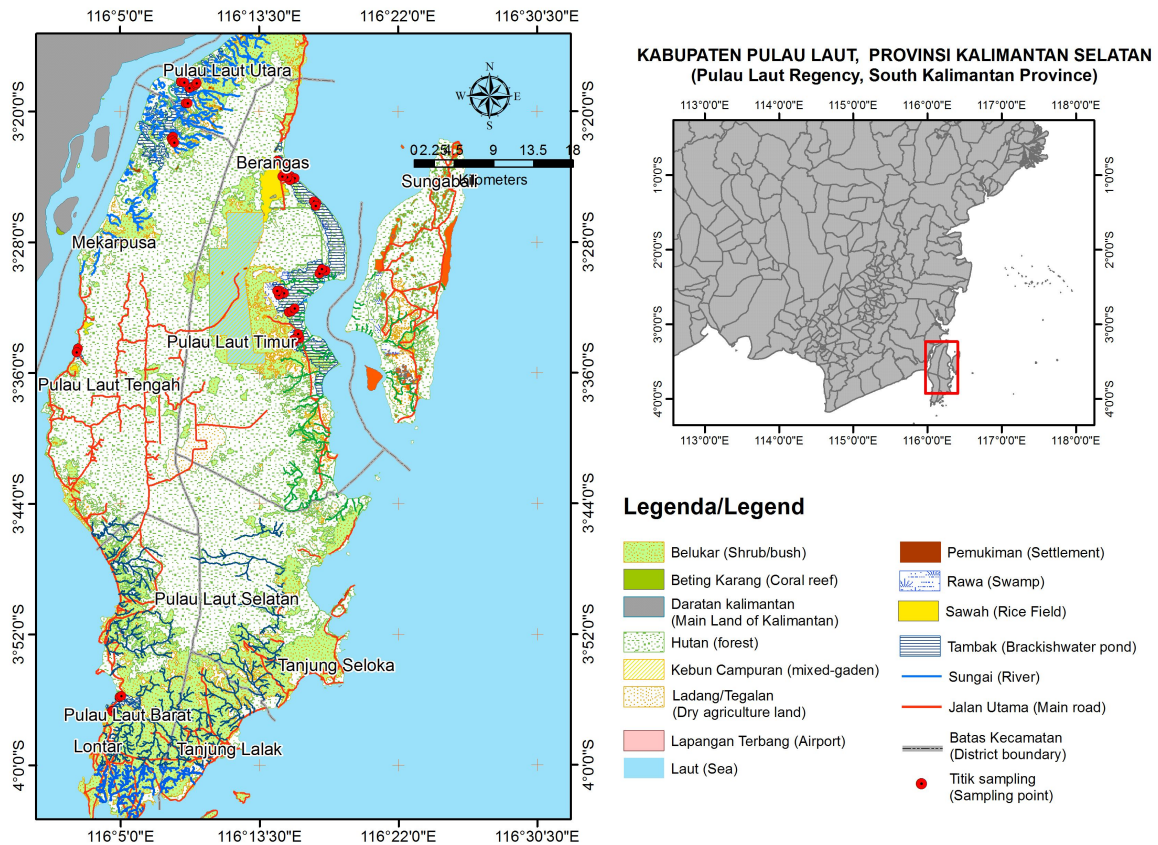
menurunnya pH tanah maupun air tambak secara drastis (Poernomo, 1988), toksisitas besi (Fe), aluminium (Al), dan beberapa unsur logam berat, sulfat tinggi, dan kurang tersediannya fosfor (P) (Sammud, 1999). Dengan kondisi kemasaman tanah yang tinggi mengakibatkan: (1) udang tidak dapat tumbuh normal akibat kulit lembek dan sulit ganti kulit, (2) udang akan mengalami stres, lemah, nafsu makan berkurang sehingga mudah diserang penyakit, sehingga berakibat mortalitas tinggi, (3) tingkat penetasan telur rendah, dan (4) ketersediaan beberapa unsur hara menurun (Widjaja-Adhi, 1986; Wurts & Masser, 2004).

Salah satu metode remediasi atau reklamasi yang paling umum diterapkan dalam mengantisipasi permasalahan kemasaman tambak yang berasosiasi dengan TSM adalah dengan pengapuran. Fungsi umum pengapuran dalam budidaya tambak adalah untuk menetralkan kemasaman tanah dasar tambak atau menjadi penyangga terhadap fluktuasi pH harian, mempertahankan level konsentrasi alkalinitas total di atas 20 mg/L pada air tambak dan meningkatkan efektivitas pemupukan (Han *et al.*, 2014; Wurts & Masser, 2013). Selanjutnya Han *et al.* (2014) menjelaskan bahwa kebutuhan kapur untuk unit atau kluster tambak dapat berbeda sesuai dengan variasi karakteristik tanah, karakteristik kapur yang tersedia, dan metode estimasi kebutuhan kapur yang digunakan. Meskipun metode modifikasi *Adams-Evans (AE) buffer solution* yang diperkenalkan Pillai & Boyd (1985) telah umum dilakukan pada tambak air payau di seluruh dunia, namun demikian untuk tambak yang berkategori TSM (aktual dan potensial) harus ada pengecualian dan penyesuaian metode. Dalam tulisan ini dijelaskan karakteristik umum tambak khususnya tanah tambak dan estimasi kebutuhan kapur untuk kebutuhan remediasi berdasarkan karakteristik tanah tersebut dan ketersediaan material kapur di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Survei lapang untuk pengukuran kualitas tanah dan pengambilan contoh tanah dan kapur berlangsung dari tanggal 29 Maret hingga tanggal 10 April 2016 yang meliputi Kecamatan Pulau Laut Utara, Timur, Tengah, dan Barat. Sebaran tambak dan lokasi *sampling* dapat dilihat pada Gambar 1. Lokasi terpilih ini merupakan kawasan tambak yang dikelola secara tradisional (teknologi ekstensif) dengan komoditas utama ikan bandeng (*Chanos chanos*), udang windu (*Penaeus monodon*), dan udang vaname (*Litopenaeus vanamei*). Wilayah survei mencakup lebih dari 80% dari total 6.059 ha wilayah tambak di Pulau Laut.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan distribusi titik *sampling* di Pulau Laut, Kabupaten Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan.

Figure 1. Map showing study site and sampling points' distribution in Pulau Laut, Kota Baru Regency South Kalimantan Province.

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengukuran kualitas tanah dan air, serta pengambilan contoh dilakukan pada petakan tambak dengan metode *sampling* acak bertingkat (*random stratified sampling method*) dengan bantuan GPS (Garmin GPSMAP 64s) dan peta hasil algoritma citra landsat tanggal akuisisi 22 September 2015 dan 25 November 2015 (komposit band 542). Pengukuran kualitas tanah dilakukan secara langsung di lapangan dan di laboratorium. Analisis laboratorium kualitas tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3), Maros, Sulawesi Selatan. Pada pelaksanaan pengukuran lapang dan analisis laboratorium diukur berbagai variabel kimia fisik tanah, akan tetapi untuk analisis kebutuhan kapur hanya dipilih beberapa peubah kimia fisika yang terkait. Parameter kualitas tanah yang diukur pada penelitian ini meliputi pH_F (pH diukur di lapangan), pH_{FOX} (pH diukur di lapangan setelah penambahan hidrogen peroksida- H_2O_2 30%), S_{POS} (*peroxide oxidisable sulfur*), TAA ($S_{TAA} = TAA/623.7$) (titra-

table actual acidity), TPA (*titratable peroxide acidity*), dan TSA ($S_{TSA} = TSA/623.7$) (*titratable sulfidic acidity*) dengan metode SPOCAS (*suspension peroxide oxidation combined acidity*) (Ahern *et al.*, 2005); dan kandungan fosfat (PO_4) dengan metode Bray-1 (Sulaeman *et al.*, 2005). Sebanyak 46 sampel tanah diambil pada masing-masing kedalaman 10-20 dan 20-40 untuk menggambarkan karakteristik tanah dasar tambak. Untuk mengetahui pengaruh kemasaman tanah terhadap tingkat produktivitas tambak dilakukan analisis regresi antara variable kunci kemasaman tanah dasar tambak. Selain pengukuran kualitas tanah juga dilakukan pengamatan berbagai indikator biologi dan kimia-fisika TSM antara lain keberadaan bercak kuning pucat dari mineral jarosit ($KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$) pada pematang tambak terutama setelah hujan; suspensi atau kerak karat kemerahan dari besi hidroksida ($Fe(OH)_3$); bercak oranye atau merah dari berbagai spesies besi seperti hematit dan geotit ($FeOOH$); kerak pada pematang tambak yang susah pulih; warna tanah gelap hingga hitam (tidak kehijauan); tercium

bau sulfur (Sammut *et al.*, 1995; Gaviria *et al.*, 1986); keberadaan vegetasi *Rizophora*, *Nipha* (*Nypa fruticans*), paku laut (*Acrotichum aureum*); terdapatnya binatang "kerongkong" (*mud lobster*) atau *Thalassina anomala* (Poernomo, 1992).

Estimasi kebutuhan kapur (KK) untuk menetralkan kemasaman tanah tambak dilakukan dengan mengombinasikan metode Boyd (1990) dan metode SPOCAS (Ahern *et al.*, 2005). Kombinasi metode ini mempertimbangkan tiga faktor utama yakni; 1) kualitas tanah (kemasaman aktual dan potensial tanah), dan 2) kualitas material penetral/kapur (nilai netralisasi/NV, tingkat efisiensi/ER, dan komposisi kimia kandungan Mg atau Ca). Pada tambak TSM, variable kemasaman lahan dapat dikategorikan menjadi dua yakni kemasaman aktual dan kemasaman potensial. Kebutuhan kapur setara CaCO_3 pada formula-1 didasarkan pada jumlah kemasaman aktual dan kemasaman potensial, dalam hal ini merupakan penjumlahan kemasaman potensial ditentukan berdasarkan nilai variabel S_{POS} dan kemasaman aktual berdasarkan nilai S_{TAA} dari metode SPOCAS (Ahern *et al.*, 2005).

$$\text{KK (kg/ha)} = \frac{\text{Kebutuhan kapur setara } \text{CaCO}_3}{\text{NV} \times \frac{\text{ER}}{100}} \quad (1)$$

di mana:

NV (nilai netralisir kapur) (%): ditentukan dengan pereaksi HCL (N=1) dan dititrasi dengan NaOH (Boyd, 1990)

ER (Tingkat efisiensi) (%): merupakan ukuran tingkat kehalusan butir kapur hubungannya dengan peningkatan alkalinitas yang diukur dengan ayakan ketelitian 10,20, dan 60 mesh

Kebutuhan Kapur setara: persentase (%) S x 30,59 (Hazelton & Murphy, 2007)

CaCO_3 (kg): asumsi rata-rata berat jenis tanah tambak (BJ) tanah = 1 g/cm^3 ; persentase (%) S adalah sulfur yang dapat teroksidasi (1% S sebagai pirit akan memproduksi $30,59 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$)

HASIL DAN BAHASAN

Kualitas Tanah Tambak

Secara umum tambak di lokasi penelitian memiliki karakteristik TSM. Hal itu diketahui dari keberadaan berbagai indikator-indikator (produksi, tanah dan biologis) sebagai ciri tambak TSM (Sammut *et al.*, 1995; Gaviria *et al.*, 1986; Poernomo, 1992). Dari hasil survei lapang didapatkan indikator pada hampir setiap lokasi tambak meliputi: bau sulfur, bercak kekuningan mineral jarosit ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) pada pematang tambak setelah hujan; gundukan *Thalassina anomala*; rumput teki; paku laut; nipha (*Nypa fruticans*), mangrove jenis *Rizophora*; dasar tambak suspensi

kemerahan; cangkang kerang/trisipan berwarna cokelat kemerahan (warna kerak karatan besi). Juga ditemukan kasus kematian udang atau ikan dengan karapaks/insang merah dan tidak terkait dengan serangan penyakit dan biasanya terjadi pada saat pembuatan tambak baru, serta penggalian dan pengangkatan tanah dasar.

Data kualitas tanah tambak yang ditampilkan pada Tabel 1, lebih spesifik membuktikan bahwa tanah tambak pada lokasi penelitian betul tergolong TSM. Hal ini pertama-tama dapat diketahui berdasarkan selisih nilai pH_f dan pH_{FOX} yang rata-rata > 5 , dengan selisih tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kemasaman lahan utamanya disebabkan oleh keberadaan pirit (FeS_2) meskipun hidrogen peroksida (H_2O_2) yang digunakan sebagai oksidator juga dapat bereaksi dengan bahan organik (Ahern *et al.*, 1998; Hazelton & Murphy, 2007). Indikator yang lebih kuat diketahui dari nilai S_{TSA} yang mencapai 0,9% atau S_{POS} sebesar 0,98%. Baik S_{TSA} maupun S_{POS} merupakan peubah kimia TSM yang dianggap setara dengan nilai kandungan pirit (%), dengan nilai seperti itu maka menurut Ahern *et al.* (1998a; 1998b) sudah termasuk kondisi pengelolaan tinggi (*high treatment*) karena membutuhkan $> 14 \text{ kg CaCO}_3$ untuk menetralkan kemasaman total satu ton tanah yang terganggu (Ahern *et al.*, 2004).

Hasil analisis regresi antara potensi kemasaman tanah ($\text{pH}_f - \text{pH}_{\text{FOX}}$) dengan kandungan fosfat tanah dasar tambak menunjukkan hubungan linear positif yang sangat kuat dengan nilai koefisien regresi $r = 0,82$ ($R^2 = 0,67$) (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan kajian Singh & Poernomo (1984); Wurts & Masser (2013) yang menemukan kondisi tanah dengan kemasaman tinggi akan menarik partikel fosfat yang terlarut di air ke dalam partikel tanah sehingga terjadi defisiensi di kolom air. Kondisi defisiensi fosfat dalam air tambak akan menghambat pertumbuhan fitoplankton yang menjadi pakan alami larva udang atau ikan yang dibudidayakan (Wurts & Masser, 2013).

Kebutuhan dan Ketersediaan Material Kapur

Di lokasi studi, sarana produksi tambak (saprotram) utamanya disediakan oleh dua suplier utama dengan jarak rata-rata 10 km dari kawasan tambak. Kedua suplier tersebut mampu menyediakan total tiga ton kapur dolomit dan satu ton kapur kaptan per bulan atau total 48 ton per tahun (Tabel 2). Sumber kapur lainnya dengan volume terbatas berdasarkan hasil observasi lapang diketahui juga dipasok dari daerah lain seperti Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, dan Jawa Timur. Dengan memperhatikan luas total tambak 6.059,85 ha dan asumsi lapisan olah 15 cm (bobot kering $1.500.000 \text{ kg/ha}$) (Boyd *et al.*, 2010), maka

Tabel 1. Rata-rata dan deviasi standar nilai variabel kualitas tanah dasar tambak di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru (n= 46)

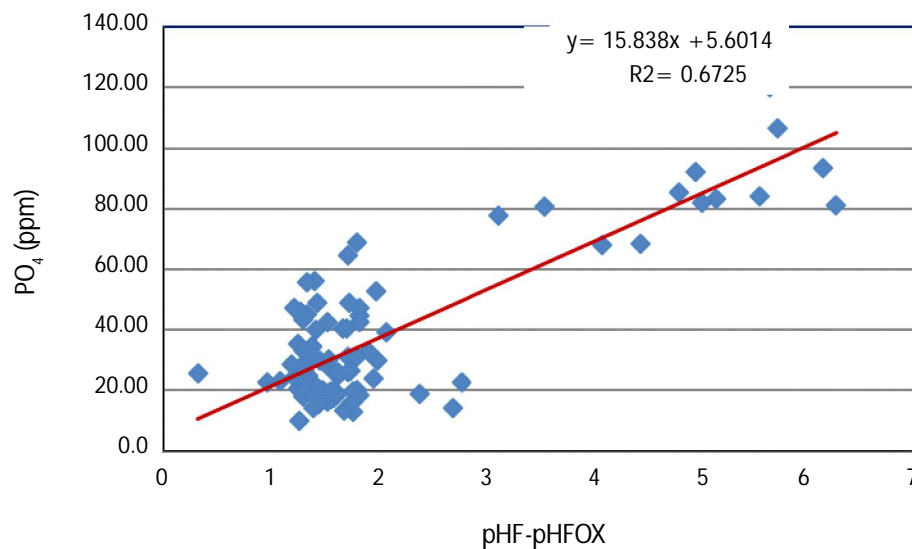
Table 1. Averages and standard deviations (SD) for soil variables of pond bottom soil samples at two different depth categories in Pulau Laut, Kota Baru Regency (n= 46)

Peubah Variables	Kedalaman dari permukaan tanah Depth from soil surface (m)	
	0-0.2	0.2-0.40
pH _F	6.31 ± 0.71	6.53 ± 0.50
pH _{FOX}	2.11 ± 1.30	2.02 ± 1.34
S _{POS} (%)	0.98 ± 0.39	0.98 ± 0.33
TPA mol (H ⁺ /ton)	517.0 ± 405.3	613.8 ± 486.4
TSA (mol H ⁺ /ton)	490.75 ± 410.47	566.4 ± 477.6
S _{TSA} (%)	0.79 ± 0.66	0.9 ± 0.8
S _{TAA} (%)	0.05 ± 0.06	0.09 ± 0.11
Fosfat/Phosphate (PO ₄)	37.54 ± 28.57	37.17 ± 28.48

kebutuhan kapur total untuk menetralkan kemasaman tanah menurut pendekatan Ahern *et al.* (2004) lebih besar dari 109.000 ton. Pada kenyataannya hasil survei menunjukkan hanya sekitar 10% dari total lahan tambak tersebut yang dimanfaatkan untuk kegiatan produksi. Sehingga jika tidak ada peningkatan luasan, dibutuhkan ketersediaan sekitar 10.900 ton kapur untuk menetralkan kemasaman total tanah tambak yang ada di kawasan tersebut. Namun demikian kebutuhan tersebut jika asumsi seluruh potensi kemasaman di

lapisan olah sudah menjadi kemasaman aktif (aktual).

Secara teknis kebutuhan kapur tidak hanya tergantung pada tingkat kemasaman tanah, tetapi juga pada kualitas kimia dan fisika kapur yang digunakan. Kualitas kimia kapur biasanya diketahui dari nilai kemampuan netralisasi (*neutralizing value-NV*) dan komposisi kimia kapur, sedangkan kualitas fisik berdasarkan pada tingkat efisiensi (*efficiency rating – ER*). Tabel 2 menyajikan tipe kapur, komposisi kimia, NV, dan ER kapur yang tersedia di lokasi penelitian.



Gambar 2. Hubungan antara data potensi kemasaman (pH_F-pH_{FOX}) dengan kandungan fosfat tanah dasar tambak di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru (n= 46).

Figure 2. Relationship between potential acidity (S_{TSA}) and phosphite (PO₄) concentration of pond bottom soils in Pulau Laut, Kota Baru Regency (n= 46).

Tabel 2. Karakteristik kimia, nilai netralisasi, dan tingkat efisiensi material kapur yang tersedia di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru

Table 2. Chemicals properties, neutralizing values, and efficiency rating of two types of commercially available lime in Pulau Laut, Kota Baru Regency

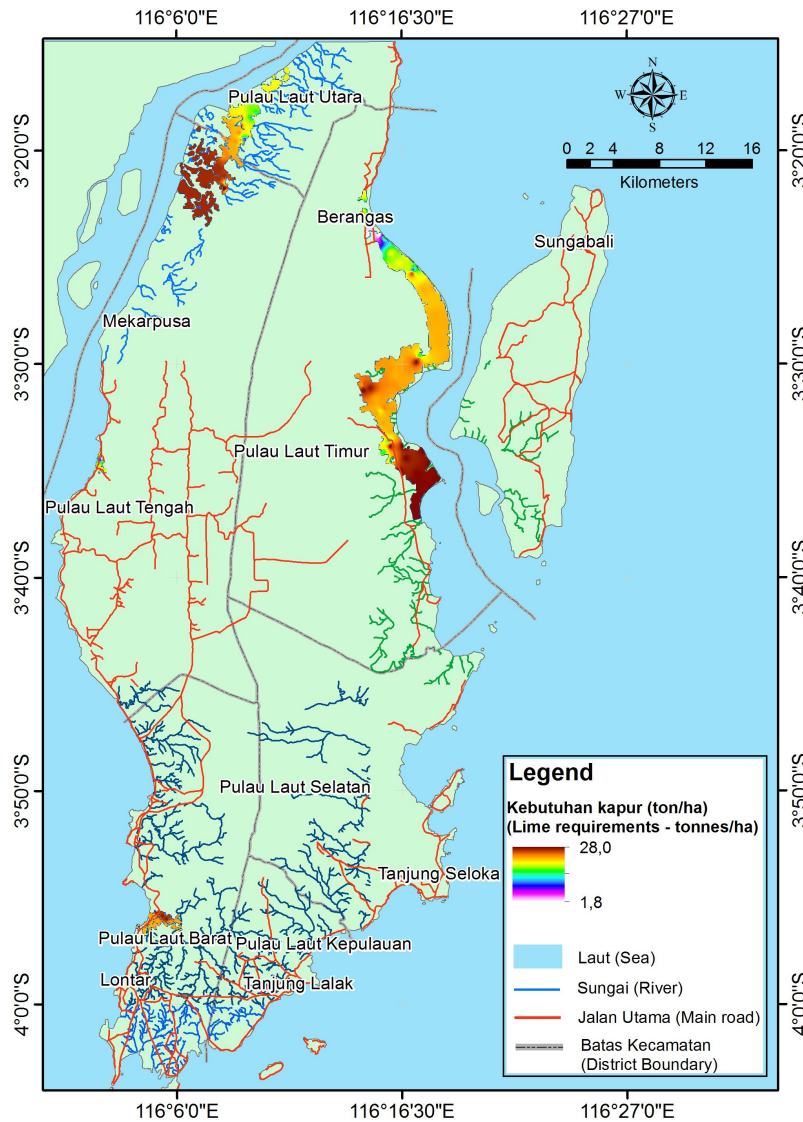
Tipe kapur (produser) Types of lime (producers)	Komposisi kimia Chemical compositions	Nilai netralisasi Neutralizing value (NV) (%)	Tingkat efisiensi Efficiency rating (ER) (%)
<i>Dolo natural</i> -kwalitas super (PT Harapan Abadi Gresik) <i>Dolomite-super quality</i>	MgO = 18-22%; CaO = ± 30%	107 ± 2.0	63
<i>Kaptan</i> (PT Petrokimia Gresik) <i>Agriculture limestone</i>	CaCO ₃ + MgCO ₃ = 80%	105 ± 3,4	97

Berdasarkan komposisi kimia utama kapur komersial yang tersedia, maka tipe kapur *dolo natural* (dolomit super) adalah kombinasi kapur dolomit-CaMg(CO₃)₂ dan kapur bakar (CaO) sedangkan tipe *kaptan* (kapur pertanian) merupakan hasil kombinasi (olahan) dari kapur karbonat (CaCO₃) dan kapur dolomit. Hasil analisis NV untuk kedua tipe kapur tersebut menunjukkan nilai NV yang lebih tinggi dibandingkan kapur CaCO₃ murni (NV = 100%). Nilai NV kapur *dolo natural* berkisar 103%-109% sedangkan kapur *kaptan* 105%-109%. Menurut Wurts & Masser (2013), nilai NV untuk kapur pertanian antara 85%-109% tergantung pada komposisi kimia jenis kapur. Namun demikian karena tingkat efisiensi (kehalusan butir) dari kapur tipe *Kaptan* lebih baik maka akan lebih mudah larut sehingga lebih efektif pada saat aplikasi. Hal ini sesuai dengan hasil kajian Silapajarn *et al.* (2005) yang menunjukkan daya larut kapur dolomit lebih lambat dibandingkan kapur kaptan. Adanya tambahan kapur bakar pada tipe *dolo natural* menyebabkan nilai NV lebih tinggi dari tipe *kaptan*. Nilai NV kapur bakar dapat mencapai 179% (Wurts & Masser, 2013).

Dengan nilai rata-rata kemasaman total tanah tambak (S_{TSA} + S_{TAA}) sebesar 1,59% (994 mol H⁺/ton tanah), serta nilai NV dan ER kapur sebagaimana pada Tabel 2 maka didapatkan kisaran kebutuhan kapur berdasarkan formula Boyd (1990) untuk tipe *dolo natural* adalah 1,8-28 ton/ha sedangkan tipe *kaptan* sebesar 1,2-19.000 ton/ha untuk menetralkan kemasaman total kemasaman tanah dasar tambak. Atau dibutuhkan rata-rata 31 kg kapur untuk menetralkan satu ton tanah tambak. Menurut Ahern *et al.* (2004), kebutuhan kapur tersebut termasuk kategori pengelolaan tinggi, karena lebih besar 14 kg CaCO₃ untuk menetralkan satu ton tanah yang terganggu. Hasil analisis distribusi spasial nilai kebutuhan kapur tipe *dolo natural* ditampilkan pada Gambar 3. Kawasan tambak yang membutuhkan jumlah aplikasi kapur lebih besar 10 ton/ha dijumpai pada daerah tenang dan bervegetasi mangrove *Rizophora*, serta terlindung dari aksi gelombang dan

arus pasang surut. Hal ini sesuai dengan Manders, *et al.* (2002) yang menjelaskan bahwa TSM terbentuk pada daerah tenang seperti rawa pantai, dan pantai atau estuaria dengan energi arus pasang surut dan gelombang rendah. Wilayah pantai seperti ini merupakan lingkungan yang didominasi endapan *alluvial* yang kaya mineral pirit.

Pembudidaya tambak yang kebetulan menggunakan kapur di lokasi penelitian mengaplikasikan dosis maksimal 250 kg/ha. Ketersediaan dan aplikasi kapur yang terbatas terkait permintaan yang kurang dan pengetahuan yang minim mengenai manfaat kapur untuk mengatasi faktor pembatas lingkungan pada tanah tambak masam di kawasan ini. Jumlah kebutuhan kapur dapat dikurangi dengan menerapkan teknik dan tahapan remediasi seperti pengeringan, perendaman, pembilasan sebelum aplikasi kapur dengan pertimbangan karakteristik masing-masing kawasan tambak (Mustafa, 2007). Pada kegiatan remediasi pengeringan tanah dimaksudkan untuk mengoksidasi pirit, perendaman untuk melarutkan dan menetralkan kemasaman atau menurunkan produksi kemasaman lanjut, dan pembilasan untuk membuang hasil oksidasi, serta meminimumkan cadangan unsur-unsur toksik dalam tanah. Lama pengeringan tanah dasar tambak tergantung pada kondisi iklim, namun secara umum pada musim kemarau dilakukan selama dua minggu. Setelah pengeringan, tambak dibiarkan terendam selama satu minggu dengan air bersalinitas tinggi (lebih besar 15 ppt) dan selanjutnya air rendaman dibuang. Penggunaan air bersalinitas tinggi mengandung Ca, Mg, dan Na yang tinggi, sehingga lebih banyak pula Fe dan Al yang dapat tergantikan sehingga membantu pengurangan unsur Fe dan Al (Mustafa & Ratnawati, 2013). Menurut Queiroz *et al.* (2004), jika pembilasan dan pengeringan secara teknis dimungkinkan pada setiap selesai panen, maka aplikasi kapur dapat dilakukan secara merata ke seluruh permukaan dasar tambak, aplikasi kapur dengan pembalikan/pembajakan tanah (*tilling*) tidak perlu



Gambar 3. Distribusi spasial nilai kebutuhan kapur untuk tambak TSM di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru.

Figure 3. Spatial distribution of lime requirements for Acid Sulfate Soils affected brackishwater ponds in Pulau Laut, Kota Baru Regency.

dilakukan karena akan meningkatkan biaya operasional dan secara ilmiah terbukti tidak berpengaruh nyata pada peningkatan reaksi antara kapur dan tanah. Lebih lanjut dijelaskan bahwa aplikasi kapur hanya efektif hingga kedalaman 0-4 cm dari permukaan tanah dan tidak menyebabkan peningkatan pH tanah setelah kedalaman lebih dari 8 cm.

KESIMPULAN

Ketersediaan kapur di kawasan tambak di Pulau Laut, Kabupaten Kota Baru masih jauh dari yang dibutuhkan untuk mengatasi faktor pembatas

kemasaman tanah tambak. Meskipun secara umum karakteristik tanah tambak berkategori tanah sulfat masam namun demikian terdapat variasi kebutuhan kapur untuk setiap lokasi atau klaster tambak yang tergantung pada karakteristik kualitas tanah masing-masing kawasan. Untuk kedua jenis kapur dolomit yang tersedia di lokasi, jenis kaptan ditemukan lebih efektif untuk diaplikasikan karena nilai ER yang lebih baik. Karakteristik tambak yang berasosiasi dengan tanah sulfat masam dan teknik remediasi perlu disosialisasikan pada pembudidaya tambak, serta seluruh pihak terkait dengan pembuat kebijakan

pengembangan budidaya di lokasi penelitian, serta lokasi lain yang memiliki kemiripan karakteristik lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Kota Baru dan staf yang telah memfasilitasi kegiatan riset dan menyediakan data dukung berupa laporan tahunan untuk setiap lokasi survei. Terima kasih juga kami sampaikan kepada staf teknis Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3) (Muhammad Arnol dan Haking Madeng), penyuluh perikanan Kabupaten Kota Baru atas bantuannya dalam kegiatan dalam kegiatan survei lapang.

DAFTAR ACUAN

- Ahern, C.R. & Blunden, B. (1998). Designing a soil sampling and analysis program. In Ahern, C.R., Blunden, B., & Stone, Y. (Eds.), *Acid sulfate soils laboratory methods guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, N.S.W., p. 2.1-2.6.
- Ahern, C.R., McElnea, A., & Baker, D.E. (1998a). Acid neutralizing capacity methods. In Ahern, C.R., Blunden, B., & Stone, Y. (Eds.), *Acid sulfate soils laboratory methods guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, N.S.W., p. 6.1-6.4.
- Ahern, C.R., McElnea, A., & Baker, D.E. (1998b). Peroxide oxidation combined acidity and sulfate. In Ahern, C.R., Blunden, B., & Stone, Y. (Eds.), *Acid sulfate soils laboratory methods guidelines*. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, N.S.W., p. 4.1-4.17.
- Ahern, C.R., McElnea, A.E., & Sulivian, L.A. (2004). Acid sulfate soils laboratory methods guidelines. In Ahern, C.R., McElnea, A.E., & Sulivian, L.A. (Eds.), *Queensland acid sulfate soils manual 2004*. Indooroopilly, Queensland, Australia: Department of Natural Resources, Mines and Energy, p. F1-1, I2-4.
- Ahern, C.R., McElnea, A., & Sulivian, L.A. (2005). Overview of analytical methods for dried and ground ASS samples. *Acid sulfate soils laboratory methods guidelines*. Queensland Department of Natural Resources and Mines. Q.L.D., p. A2.1-A2.21.
- Boyd, C.E., Wood, C.W., Chaney, P., & Queiroz, J.F. (2010). Role of aquaculture pond sediments in sequestration of annual global carbon emissions. *Environ. Pollut.*, 158, 2537-2540.
- Dirjen P3K. (2013). Buku data dan analisis pekerjaan: Tindak lanjut fasilitasi penyusunan rencana zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Kota Baru, Kalimantan Selatan. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan, Dirjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (Dirjen P3K), 598 hlm.
- Gaviria, J.I., Schmittou, H.R., & Grover, J.H. (1986). Acid sulfate soils: Identification, formation and implications for aquaculture. *J. Aqua trop*, 1, 99-109.
- Han, Y., Boyd, C.E., & Viriyatum, R. (2014). A bicarbonate titration method for lime requirement to neutralize exchangeable acidity of pond bottom soils. *Aquaculture*, 434, 282-287.
- Hazelton, P. & Murphy, B. (2007). Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, 152 pp.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP] (2015). Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2015. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan, Pusat Data, Statistik dan Informasi, 308 hlm.
- Manders, J.A., Smith, C.D., Watling, K.M., Adams, J.J., & Ahern, C.R. (2002). An investigation of acid sulfate soils in the logan-coomera area. Report on Acid Sulfate Soil Mapping. Queensland, Australia: Department of Natural Resources and Mines, 1, 36 pp.
- Mustafa, A. (2007). *Improving acid sulfate soils for brackishwater aquaculture ponds in South Sulawesi, Indonesia*. Ph.D. thesis. School of Biological, Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, The University of New South Wales, UNSW. Sydney.
- Mustafa, A., Rachmansyah, & Kamariah. (2011). Karakteristik tanah di bawah tegakan jenis vegetasi mangrove dan kedalaman tanah berbeda sebagai indikator biologis untuk tanah tambak di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(1), 139-156.
- Mustafa, A., Rachmansyah, Trijuno, D.D., & Ruslaini. (2009). Peubah kualitas air yang memengaruhi pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) di tambak tanah sulfat masam Kecamatan Angkona Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(1), 125-138.
- Mustafa, A. & Ratnawati, E. (2013). Karakteristik dan pengaruh faktor lingkungan terhadap produksi ikan bandeng (*Chanos chanos*) di tambak tanah sulfat masam Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(2), 325-338.
- Pillai, V.K. & Boyd, C.E. (1985). A simple method for calculating liming rates for fish ponds. *Aquaculture*, 46, 157-162.

- Poernomo, A. (1988). *Pembuatan tambak udang di Indonesia*. Maros: Department Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, 40 hlm.
- Poernomo, A. (1992). Pemilihan lokasi tambak udang berwawasan lingkungan Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, 40 hlm.
- Queiroz, J.F.d., Nicoletta, G., Wood, C.W., & Boyd, C.E. (2004). Lime application methods, water and pond bottom soil acidity in fresh water fish ponds. *Sci. Agric.*, 61(5), 469-475.
- Sammut, J. (1999). Amelioration and management of shrimp ponds in acid sulfate soils: key researchable issues. In Smith, P.T. (Ed.), *Towards sustainable shrimp culture in Thailand and the region. ACIAR Proceedings No. 90*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), p. 102-106.
- Sammut, J., Melville, M.D., Callinan, R.B., & Fraser, G.C. (1995). Estuarine acidification: Impacts on aquatic biota of draining acid sulphate soils. *Australian Geographical Studies*, 33(1), 89-100.
- Sammut, J. & Tarunamulia. (2006). Tackling multiple environmental and social challenges in the reconstruction of the brackishwater aquaculture industry in Aceh, Indonesia. In *Environmental Research Event 2006*. Macquarie, Australia: Macquarie University, p. 275-281.
- Sammut, J., Tarunamulia, Mustafa, A., & Rimmer, M. (2008). Technical capacity building and research support for the reconstruction brackishwater aquaculture ponds in Aceh. In *International Workshop on Post Tsunami Soil Management*. Bogor, Indonesia, hlm. 153-162.
- Singh, V.P. & Poernomo, A.T. (1984). Acid sulfate soils and their management for brackish water fish ponds. In *Advances in milkfish biology and culture*. Tigbauan, Iloilo City: SEAFDEC Aquaculture Department, p. 121-132.
- Silapajarn, K., Silapajarn, O., & Boyd, C.E. (2005). Evaluation of lime requirement procedures and liming materials for aquaculture ponds in Thailand. *Journal of Applied Aquaculture*, 17(3), 77-88.
- Widjaja-Adhi, I P.G. (1986). Pengelolaan lahan rawa pasang surut dan lebak. *Jurnal Litbang Pertanian*, V(1), 1-9.
- Wurts, A.W. & Masser, M.P. (2013). Liming ponds for aquaculture. Kentucky, USA: Southern Regional Aquaculture Center (SRAC), p. 5.