

## **OPSI PENGELOLAAN TANAH UNTUK TEKNOLOGI TRADISIONAL BERDASARKAN KARAKTERISTIK TANAH TAMBAK DI KECAMATAN TAYU KABUPATEN PATI PROVINSI JAWA TENGAH**

**Akhmad Mustafa<sup>#</sup>, Rezki Antoni Suhaimi, dan Hasnawi**

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau

*(Naskah diterima: 5 Februari 2015; Revisi final: 4 Maret 2015; Disetujui publikasi: 11 Maret 2015)*

### **ABSTRAK**

Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah memiliki lahan tambak, namun produksi tambaknya belum optimum yang diduga disebabkan oleh pengelolaan tanahnya yang belum tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah sebagai dasar dalam menentukan opsi pengelolaan tanahnya agar produktivitas tambak dapat meningkat dan berkelanjutan. Penelitian dilaksanakan di Desa Keboromo, Jepat Lor, dan Tunggulsari Kecamatan Tayu dengan metode survai pada bulan Juni dan Agustus-September 2014. Pengambilan contoh tanah dilakukan di 90 titik pada kedalaman 0-0,2 m. Sebanyak 17 peubah kualitas tanah diukur dan dianalisis. Statistik deskriptif digunakan untuk mendapatkan gambaran umum dari data kualitas tanah yang ada. Kebutuhan kapur didasarkan pada pH dan tekstur tanah dengan mempertimbangkan kualitas kapur (nilai netralisasi dan nilai efisiensi), sedangkan kebutuhan unsur hara didasarkan juga pada kualitas tanah dan kebutuhan optimum untuk budidaya tambak teknologi tradisional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah tambak di Kecamatan Tayu tergolong tanah aluvial nonsulfat masam yang dicirikan secara umum dengan pH yang tergolong netral namun masam pada daerah tertentu, konsentrasi karbon, nitrogen, besi, aluminium, dan sulfur yang relatif rendah, konsentrasi fosfat yang relatif tinggi serta tekstur yang tergolong kasar. Opsi pengelolaan tanah yang ditawarkan berupa pengapuran yang berkisar dari 0-5.119 kg/ha dengan rata-rata 141 kg/ha jika menggunakan dolomit atau 0-4.159 kg/ha dengan rata-rata 116 kg/ha jika menggunakan kaptan. Pupuk urea yang mengandung 46,0% nitrogen dapat diaplikasikan dengan dosis antara 0 dan 191 kg/ha dengan rata-rata 117 kg/ha dan pupuk organik yang mengandung 26,51% karbon dapat diaplikasikan dengan dosis 0 sampai dengan 3.361 kg/ha dengan rata-rata 1.781 kg/ha.

**KATA KUNCI:** karakteristik, pengelolaan tanah, tambak tradisional, Kabupaten Pati

**ABSTRACT:** *Soil management options for traditional technology based on characteristics of brackishwater ponds soil in Tayu Subdistrict, Pati Regency, Central Java Province. By: Akhmad Mustafa, Rezki Antoni Suhaimi, and Hasnawi*

*Existing brackishwater ponds in Tayu Subdistrict of Pati Regency (Central Java Province) has less optimum production because of inaccurate soil management. This research aimed to investigate soil characteristics as the basis for determining the most appropriate soil management to increase productivity and sustainability of brackishwater ponds. The field observation based on survey method was conducted in Keboromo, Jepat Lor, and Tunggulsari Villages, Tayu Subdistrict in June and August-September 2014. Soil sampling was carried out at 90 sampling points by taking soil samples at 0-0.2 m depth. A total of 17 soil variables were measured and analyzed. Descriptive statistics were used to obtain a general overview of soil quality data. Lime requirement was determined based on soil pH and texture and also by considering lime quality i.e. neutralization value and neutralization efficiency. The nutrient requirement was determined based on soil quality and optimum requirements for traditional technology. The result showed that brackishwater ponds soil in Tayu Subdistrict was alluvial nonacid sulfate soil, which was generally characterized by a relatively neutral soil pH but acid in certain areas. It was also characterized by relatively low content of carbon,*

---

<sup>#</sup> Korespondensi: Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan, Indonesia. Tel.: + (0411) 371544; 371545  
E-mail: Akhmad.mustafa@yahoo.com

nitrogen, iron, aluminium, and sulfur. The phosphate content was relatively high, while the texture was classified as coarse. Soil management offered was liming range from 0 to 5,119 kg/ha with an average of 141 kg/ha when using dolomite or liming range from 0 to 4,159 kg/ha with an average of 116 kg/ha when using agricultural lime. Urea fertilizer containing 46.0% nitrogen could be applied at a dose between 0 and 191 kg/ha with an average of 117 kg/ha, while organic fertilizers containing 26.51% carbon could be applied at a dose between 0 up to 3,361 kg/ha with an average of 1,781 kg/ha.

**KEYWORDS:** *characteristic, soil management, traditional brackishwater ponds, Pati Regency*

## PENDAHULUAN

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) berkomitmen melalui penataan kembali pola pembangunan kelautan dan perikanan dengan mengadopsi konsep *blue economy* (ekonomi biru) untuk pembangunan berkelanjutan. Pendekatan pembangunan berbasis ekonomi biru dalam pelaksanaannya bersinergi dengan pelaksanaan amanah *pro-poor* (pengentasan kemiskinan), *pro-growth* (pertumbuhan), *pro-job* (penyerapan tenaga kerja), *pro-industry* (pemenuhan kuantitas dan kualitas), dan *pro-environment* (pelestarian lingkungan). Oleh karena itu, perikanan budidaya yang sekarang ini dilaksanakan di Indonesia yang meliputi: budidaya laut, budidaya air payau, budidaya air tawar, perairan umum dan sawah dapat menjadi tumpuan. Di antara jenis perikanan budidaya tersebut, budidaya tambak atau air payau adalah jenis industri perikanan budidaya yang berpotensi besar. Potensi tambak di Indonesia seluas 1.224.076 ha, akan tetapi yang dimanfaatkan hanya seluas 612.530 ha seperti terlampir dalam Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.18/MEN/2011 Tentang Pedoman Umum Minapolitan. Produksi yang dicapai saat ini masih tergolong rendah apabila dibandingkan dengan potensi lahan budidaya tambak yang tersedia dan komoditas yang dibudidayakan juga masih terbatas. Oleh karena itu, peluang peningkatan produksi baik melalui intensifikasi, ekstensifikasi, maupun diversifikasi di tambak masih sangat luas.

Kabupaten Pati telah ditetapkan sebagai lokasi minapolitan dengan penggerak atau kegiatan utamanya adalah perikanan budidaya sesuai dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia Nomor 35/KEPMEN-KP/2013 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan. Industrialisasi perikanan budidaya sedang bergulir di Kabupaten Pati, hal ini sesuai dengan slogannya yaitu Pati Bumi Mina Tani. Program industrialisasi perikanan budidaya di Kabupaten Pati telah diawali dengan penetapan Kabupaten Pati sebagai salah satu kawasan minapolitan berbasis perikanan budidaya. Penetapan suatu wilayah sebagai suatu kawasan minapolitan tentunya bertujuan untuk mengembangkan wilayah tersebut sebagai suatu kawasan ekonomi yang terintegrasi, dan untuk Kabupaten Pati, kawasan ekonomi ini berbasis pada kegiatan usaha perikanan budidaya (Anonim, 2013). Kabupaten Pati

memiliki panjang pantai lebih dari 60 km dan luas tambak air payau mencapai 10.400 ha serta tambak air tawar 430 ha (Anonim, 2014). Teknologi yang diaplikasikan oleh pembudidaya tambak di Kabupaten Pati sebagian besar adalah teknologi tradisional atau sederhana. Produktivitas tambak pada teknologi tradisional erat hubungannya dengan ketersediaan makanan alami dalam tambak, di mana ketersediaan makanan alami sangat tergantung pada kualitas tanah tambak.

Kualitas tanah yang dapat dicirikan oleh karakteristik tanah adalah merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi produktivitas tambak sebab dapat mempengaruhi kualitas air, proses biologi, dan rekayasa tambak. Oleh karena itu, faktor kualitas tanah merupakan faktor yang dipertimbangkan dalam evaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya tambak (Karthik *et al.*, 2005; Hossain *et al.*, 2009; Mustafa, 2012; Mustafa *et al.*, 2014a,b; Nayak *et al.*, 2014; Setiawan *et al.*, 2014). Setiap jenis tanah memiliki karakteristik tanah yang berbeda dan tentunya kualitas tanah yang berbeda pula, sehingga pengelolaan tanahnya juga dapat berbeda.

Pengelolaan tanah yang tepat dapat meningkatkan produktivitas tanah tambak dengan penggunaan masukan yang seminimum mungkin dan tidak menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan. Pengelolaan tanah menawarkan informasi untuk mengelola tanah untuk produksi yang optimum dan pada saat yang sama menjaga atau meningkatkan kapasitas tanah untuk menyediakan fungsi ekosistem yang penting. Pengelolaan tanah merupakan faktor penting setelah penentuan kesesuaian lahan budidaya di tambak dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan budidaya tambak yang berkelanjutan (Karthik *et al.*, 2005). Setiap jenis tanah memiliki karakteristik tersendiri sehingga pengelolaan tanah tersebut juga bersifat khas terhadap penggunaan lahan tersebut. Opsi pengelolaan tanah berhubungan dengan karakteristik tanah dan merupakan informasi yang dibutuhkan dalam penentuan penggunaan lahan (FAO, 1998). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah dalam upaya menentukan opsi pengelolaan tanah tambak di Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah, agar produktivitas tambak dapat meningkat dan berkelanjutan.

## BAHAN DAN METODE

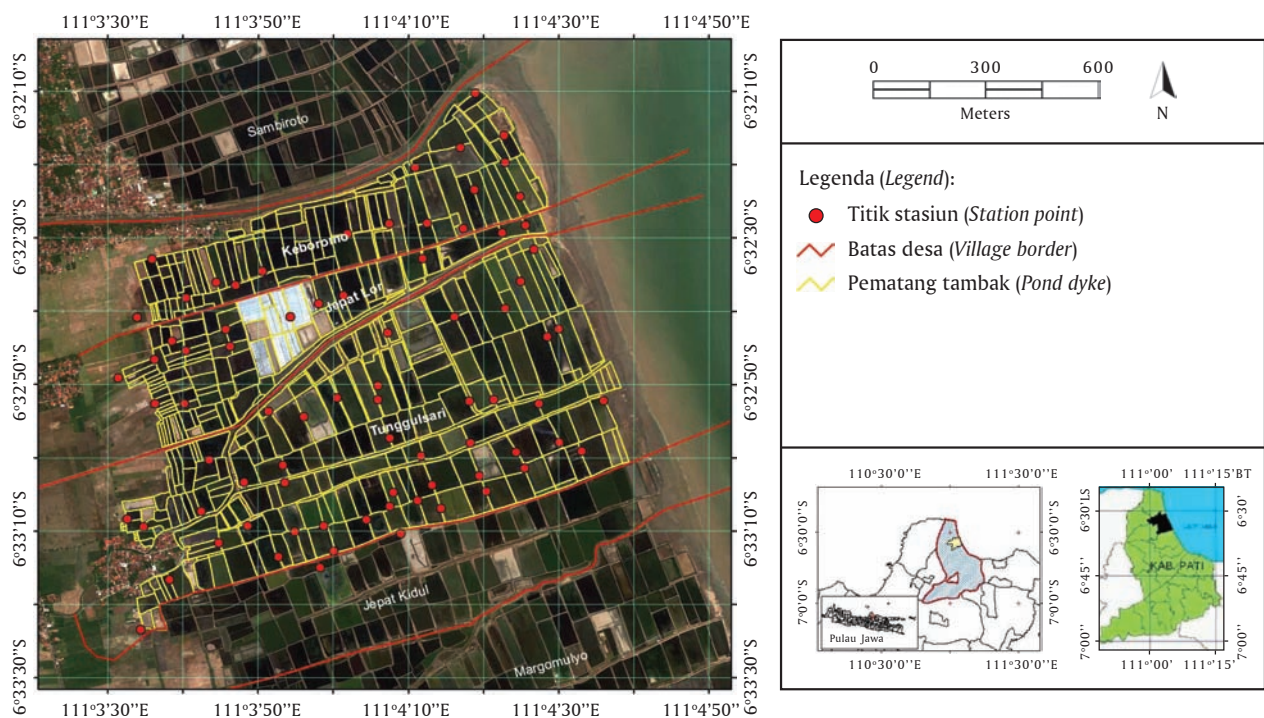
### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari, Juni, dan Agustus-September 2014 di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah. Penelitian yang dilakukan pada bulan Februari 2014 dimaksudkan untuk mendapatkan informasi umum budidaya tambak di Kabupaten Pati melalui pertemuan dengan staf Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pati. Pada bulan Juni 2014 dilakukan penelitian pendahuluan di tambak Kecamatan Tayu untuk menentukan lokasi penelitian inti. Pada bulan Agustus-September 2014 dilakukan penelitian inti yang berlokasi di Desa Keboromo, Jepat Lor, dan Tunggulsari, yang seluruhnya terletak di Kecamatan Tayu (Gambar 1).

### Pengumpulan Data

Pengukuran dan pengambilan contoh tanah dilakukan di 90 titik di kawasan tambak Desa Keboromo, Jepat Lor, dan Tunggulsari (Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah) serta tambak dan sawah di sekeliling ketiga desa (Gambar 1). Penentuan titik pengukuran dan pengambilan contoh tanah mengikuti petunjuk Rayes (2007) dan Hazelton & Murphy (2009). Pengukuran dan pengambilan contoh tanah dilakukan pada kedalaman 0-0,2 m dengan terlebih dahulu membuang endapan sedimen atau lumpur beberapa

sentimeter yang ada di permukaan tanah tambak. Kualitas tanah yang diukur langsung di lapangan adalah potensial redoks diukur dengan redox-meter,  $pH_F$  (pH tanah yang diukur langsung di lapangan) dengan pH-meter dan  $pH_{FOX}$  (pH tanah yang diukur di lapangan setelah dioksidasi dengan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 30%) dengan pH-meter mengikuti petunjuk Ahern *et al.* (2004). Contoh tanah juga diambil untuk analisis peubah kualitas tanah lainnya di laboratorium. Analisis kualitas tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau di Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Contoh tanah dikering-anginkan dalam ruangan khusus bebas kontaminan yang terlindung dari sinar matahari. Setelah kering, contoh tanah dihaluskan dengan cara ditumbuk pada lumpang porselin dan diayak dengan ayakan ukuran lubang 2,0 mm. Untuk mendapatkan ukuran partikel 0,5 mm, maka contoh berukuran partikel 2,0 mm ditumbuk dan disaring dengan saringan 0,5 mm. Kualitas tanah yang dianalisis di laboratorium meliputi:  $pH_{H_2O}$  (pH dengan pengekstrak  $H_2O$ ),  $pH_{KCl}$  (pH tanah dengan pengekstrak KCl), bahan organik dari karbon organik (C organik) dengan metode Walkley dan Black, nitrogen total (N total) dengan metode Kjeldhal,  $PO_4$  dan  $P_2O_5$  dengan metode Bray 1, besi (Fe), aluminium (Al), dan sulfat ( $SO_4$ ) dengan spektrofotometer mengikuti petunjuk Eviati dan Sulaeman (2009), berat volume dengan metode *ring* mengikuti petunjuk Agus *et al.* (2006b), dan tekstur dengan



Gambar 1. Peta titik-titik pengambilan contoh tanah di kawasan pertambakan Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Figure 1. Map of soil sampling points in brackishwater ponds area of Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province

metode hidrometer mengikuti petunjuk Agus *et al.* (2006a). Seluruh titik-titik pengambilan contoh tanah ditentukan titik koordinatnya dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*).

Sumber data lain yang digunakan adalah Citra WorldView-2 akuisisi 30 Oktober 2013 dan Peta Rupabumi Indonesia skala 1:25.000 nomor lembar 1509-133 (Tayu) serta peta Administrasi Kabupaten Pati yang digunakan untuk pembuatan peta dasar.

### Analisis Data

Dosis kebutuhan kapur didasarkan pH dan tekstur tanah mengikuti petunjuk Boyd (1990). Oleh karena penentuan kebutuhan kapur setara  $\text{CaCO}_3$  yang diperkenalkan tersebut mengasumsikan bahwa bahwa  $\text{CaCO}_3$  itu memiliki ukuran yang sangat halus atau digolongkan kapur murni atau standar sehingga tingkat efisiensinya juga sangat tinggi, tetapi kapur yang tersedia di pasaran Kabupaten Pati sangat bervariasi secara kimia dan fisik, maka nilai netralisasi dan efisiensi netralisasi kapur diperhitungkan dalam penentuan Kebutuhan Kapur (KK) dengan menggunakan rumus (Boyd & Hollerman, 1982):

$$KK = \frac{\text{Kebutuhan kapur setara } \text{CaCO}_3}{\frac{\text{Nilai netralisasi}}{100} \times \frac{\text{Efisiensi netralisasi}}{100}}$$

Nilai netralisasi dan efisiensi netralisasi kapur diketahui melalui pengujian terhadap kapur yang umum dipasarkan di Kabupaten Pati yaitu: masing-masing dua contoh dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) dan kapur pertanian (kaptan) ( $\text{CaCO}_3$ ). Nilai netralisasi kapur diketahui berdasarkan petunjuk Boyd (1990). Dalam penentuan efisiensi netralisasi kapur, maka dilakukan pengujian melalui penyaringan bertingkat (10 mesh = diameter 2 mm, 20 mesh = diameter 850  $\mu\text{m}$  dan 60 mesh = diameter 250  $\mu\text{m}$ ) sesuai petunjuk Boyd & Hollerman (1982). Nilai netralisasi dan efisiensi netralisasi kapur digunakan untuk menentukan faktor konversi atau faktor keamanan atau faktor koreksi kapur (Mustafa *et al.*, 2010a). Berat tanah hanya diperhitungkan sampai kedalaman 4 cm, sesuai yang dilaporkan oleh de Queiroz *et al.* (2004) bahwa kapur yang diberikan hanya memberikan pengaruh yang nyata sampai kedalaman tersebut.

Kebutuhan pupuk organik dan anorganik didasarkan pada prinsip konsentrasi unsur yang dibutuhkan untuk budidaya tambak teknologi tradisional dikurangi dengan konsentrasi unsur yang ada dalam tanah. Konsentrasi unsur atau senyawa dalam tanah yang dibutuhkan untuk budidaya tambak teknologi tradisional didasarkan pada petunjuk Davide (1976), Boyd (1995), Boyd *et al.* (2002), dan Karthik *et al.* (2005). Untuk kebutuhan pupuk organik dan anorganik, berat tanah

hanya diperhitungkan sampai kedalaman 5 cm (Boyd, 1995).

Data dari peubah karakteristik tanah dianalisis dengan metode statistik klasik untuk mendapatkan nilai minimum, maksimum, rata-rata, deviasi standar, dan koefisien variasi berdasarkan petunjuk Sokal & Rohlf (1981). Metode Kriging (Essington, 2004; Lin, 2008) dalam Program ArcGIS 9.3 digunakan dalam interpolasi terhadap data. Kebutuhan kapur dan pupuk di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah disajikan dalam bentuk tabel dan peta.

## HASIL DAN BAHASAN

### Karakteristik Tanah

Secara umum, tambak di Indonesia dibangun pada lahan rawa yaitu lahan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan air sungai sekitarnya. Ada tiga jenis tanah yang dijumpai pada lahan rawa yaitu: tanah sulfat masam, tanah gambut, dan tanah aluvial non-sulfat masam termasuk tanah salin. Tanah tambak di Kecamatan Tayu Kabupaten Pati tergolong tanah aluvial nonsulfat masam. Seperti telah dikatakan sebelumnya oleh Kadar & Sudijono (1994) bahwa dataran rendah yang menempati daerah pantai utara mulai dari Lasem-Rembang-Juwana-Tayu dan dataran rendah Kabupaten Pati terdiri terutama dari endapan aluvium, batu lempung Formasi Lidah, sebagian napal Formasi Mundu, dan batu gamping Formasi Selorejo. Karakteristik tanah tambak di Desa Keboromo, Jepat Lor, dan Tunggulsari secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Nilai koefisien variasi tanah tambak di Kecamatan Tayu bervariasi dari terendah pada  $\text{pH}_F$  (3,61%) dan tertinggi pada fraksi liat (145,75%). Nilai koefisien terendah di tanah tambak di Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan juga dijumpai pada  $\text{pH}_F$  yaitu sebesar 11,11%; sedangkan nilai koefisien variasi tanah tertinggi dijumpai pada TAA (*Titratable Actual Acidity* atau sebelumnya dikenal sebagai *Total Actual Acidity*) yaitu sebesar 324,12 (Rachmansyah & Mustafa, 2011), peubah yang tidak diukur dalam penelitian ini. Dikatakan pula bahwa nilai koefisien variasi fraksi liat di tambak Kabupaten Pangkep sebesar 105,84%. Telah dilaporkan oleh Goh *et al.* (1998) bahwa koefisien variasi karakteristik tanah di Sabah (Malaysia) dapat melebihi 100% pada seri tanah yang sama. Berdasarkan klasifikasi yang ditetapkan oleh Essington (2004) maka peubah yang tergolong variabilitas kecil atau relatif homogen untuk tanah tambak di Kecamatan Tayu yaitu  $\text{pH}_F$ , peubah yang tergolong variabilitas sedang yaitu  $\text{pH}_F$ - $\text{pH}_{\text{FOX}}$ ,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ , fraksi pasir, dan fraksi debu dan peubah kualitas tanah lainnya tergolong variabilitas tinggi atau relatif heterogen. Seperti dikatakan oleh Essington (2004) bahwa karakteristik

Tabel 1. Karakteristik tanah tambak di Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah (n = 90)

Table 1. Characteristics of brackishwater ponds soil in Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province (n = 90)

Peubah (Variable)	Minimum	Maksimum Maximum	Rata-rata Average	Deviasi standar Standard deviation	Koefisien variasi Coefficient of variation (%)
Potensial redoks <i>Redox potential (mV)</i>	-553	-41	-255	119.96	47.12
pH <sub>F</sub>	653	8.23	735	0.265	3.61
pH <sub>FOX</sub>	3.55	7.7	6.52	0.614	9.42
pH <sub>F</sub> - pH <sub>FOX</sub>	-0.2	2.98	0.83	0.522	63.15
pH <sub>H2O</sub>	6.81	8.72	8.13	0.312	3.84
pH <sub>KCl</sub>	5.84	7.92	7.5	0.354	4.72
Karbon organik <i>Organic carbon (%)</i>	0.72	4.82	1.64	0.587	35.71
Bahan organik <i>Organic matter (%)</i>	1.24	8.3	2.84	1.012	35.71
Nitrogen total <i>Total nitrogen (%)</i>	0.02	0.28	0.09	0.032	34.39
Rasio C:N (C:N ratio)	8.21	46.65	18.4	6.163	33.5
PO <sub>4</sub> (mg/L)	25.46	304.7	140.52	62.032	44.15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/L)	19.03	227.72	105.02	46.361	44.15
Fe (mg/L)	<0.01	898.5	270.76	220.845	81.56
Al (mg/L)	<0.01	267.5	90.91	55.255	60.78
SO <sub>4</sub> (mg/L)	<0.01	0.41	0.15	0.098	63.78
Berat volume <i>Bulk density (g/cm<sup>3</sup>)</i>	1.12	1.3	1.21	0.127	10.52
Pasir (Sand) (%)	40	72	50.18	6.258	12.47
Debu (Silt) (%)	10	58	40.38	12.27	30.39
Liat (Clay) (%)	0	44	9.44	13.765	145.75
Tekstur (Texture)	Lempung berpasir ( <i>Sandy loam</i> ) (40.00%), Lempung ( <i>Loam</i> ) (11.11%), Lempung berdebu ( <i>Silty loam</i> ) (30.00%), Lempung berliat ( <i>Clay loam</i> ) (7.78%), Lempung liat berpasir ( <i>Sandy clay loam</i> ) (6.67%), Liat ( <i>Clay</i> ) (4.44%)				

tanah relatif tinggi variabilitasnya terhadap lokasi pada bentang lahan dan kedalaman tanah. Variabilitas tinggi dari karakteristik tanah dalam seri tanah yang sama juga telah dilaporkan di Semenanjung Malaysia oleh Law & Tan (1977).

Potensial redoks tanah menunjukkan status tanah yang teroksidasi atau tereduksi. Potensial redoks adalah salah satu peubah penting dalam mengontrol persistensi berbagai senyawa organik dan anorganik tanah (Zhang *et al.*, 2009). Berdasarkan pendapat Kaurichev & Shishova (1967) maka tanah tambak di Kecamatan Tayu tergolong dalam keadaan tereduksi dan tereduksi tinggi. Hal ini sebagai akibat, pada saat pengukuran semua tambak terisi air sebab tambak sedang digunakan untuk budidaya udang vaname dan ikan bandeng secara monokultur. Pada umumnya, jika penggenangan tanah dilakukan secara terus-menerus akan mengakibatkan rendahnya nilai po-

tensial redoks yang akan mengakibatkan terlarutnya unsur mikro seperti Fe dan Mn (Husson, 2013). Setelah penggenangan, air memenuhi pori-pori tanah, udara didesak keluar, difusi gas berkurang, dan senyawa beracun terakumulasi akibat kondisi anaerobik.

pH<sub>F</sub> dapat digunakan untuk indikator secara cepat keberadaan dan kepelikan tanah sulfat masam aktual, sedangkan pengukuran pH<sub>FOX</sub> yaitu pH yang diukur di lapangan setelah tanah diberikan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dimaksudkan agar potensi kemasaman yang ada dalam tanah dapat teroksidasi seluruhnya secara paksa. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH<sub>F</sub> sebesar 7,35±0,625 unit dan pH<sub>FOX</sub> sebesar 6,52±0,614 unit di tanah tambak Kecamatan Tayu. Oleh karena tanah tambak di Kecamatan Tayu tidak tergolong sebagai tanah sulfat masam, maka nilai pH tanah tersebut terutama pada pH<sub>FOX</sub> sangat berbeda dengan pH<sub>FOX</sub> pada tanah sulfat masam. Seperti telah dilaporkan oleh

Ratnawati *et al.* (2014) bahwa  $pH_{FOX}$  di tambak tanah sulfat masam Kecamatan Malili Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan sebesar  $0,94 \pm 0,108$  unit.

Nilai  $pH_F - pH_{FOX}$  dapat digunakan sebagai indikator besarnya nilai potensi kemasaman pada tanah. Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai  $pH_F - pH_{FOX}$  tanah tambak Kecamatan Tayu sebesar  $0,83 \pm 0,522$  unit, nilai yang sangat rendah jika dibandingkan pada tambak tanah sulfat masam. Nilai  $pH_F - pH_{FOX}$  mencapai rata-rata 3,08 unit di tambak tanah sulfat masam Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo (Mustafa *et al.*, 2014b); 4,48 unit di tambak tanah sulfat masam Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan (Mustafa *et al.*, 2014a); dan 6,27 unit di tambak tanah sulfat masam Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan (Ratnawati *et al.*, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa tanah tambak di Kecamatan Tayu tidak memiliki potensi kemasaman yang tinggi.

Pengukuran  $pH_{KCl}$  menunjukkan nilai pH tanah setelah  $H^+$  dalam kompleks jerapan didesak keluar dan masuk ke dalam larutan tanah oleh kation lain sehingga disebut pula pH tanah potensial.  $pH_{KCl}$  biasanya diukur untuk membandingkan pH yang menggunakan pengekstrak  $H_2O$  ( $pH_{H_2O}$ ). Oleh karena itu, dari Tabel 1 terlihat bahwa  $pH_{KCl}$  ( $7,50 \pm 0,354$  unit) lebih rendah daripada  $pH_{H_2O}$  ( $8,13 \pm 0,312$  unit). Data dari tanah sulfat masam menunjukkan bahwa  $pH_{KCl}$  lebih rendah daripada  $pH_{H_2O}$  ( $pH_{H_2O} = 5,69 \pm 1,067$  unit;  $pH_{KCl} = 5,17 \pm 1,065$  unit;  $n = 12$ ) (Mustafa *et al.*, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa  $pH_{H_2O}$  lebih tinggi daripada  $pH_{KCl}$  baik pada tanah nonsulfat masam maupun tanah sulfat masam serta  $pH_{H_2O}$  dan  $pH_{KCl}$  lebih tinggi pada tanah nonsulfat masam daripada tanah sulfat masam. Apabila  $pH_{KCl}$  lebih rendah 0,5 unit atau lebih daripada  $pH_{H_2O}$ , menunjukkan bahwa sejumlah Al dapat sukar ditemukan dalam tanah tersebut. Menurut pH dengan pengekstrak KCl adalah sebagai akibat hidrolisis dari Al diganti oleh K (Hardjowigeno, 2003).

Semua bahan organik mengandung karbon (C) berkombinasi dengan satu atau lebih unsur lainnya. Konsentrasi bahan organik yang rendah menyebabkan terhambatnya perkembangan makanan alami, sedangkan konsentrasi bahan organik yang terlalu tinggi akan menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen untuk mendekomposisikannya. Konsentrasi bahan organik tanah tambak di Kecamatan Tayu sebesar  $2,84 \pm 1,012\%$ , relatif sama dengan konsentrasi bahan organik tanah tambak di Kabupaten Demak yang bervariasi dari 0,87 sampai 4,69% dengan rata-rata 2,76% (Mustafa & Athirah, 2014). Konsentrasi bahan organik tanah tambak ini tergolong rendah berdasarkan kriteria dari Boyd *et al.* (2002). Hal ini juga menunjukkan bahwa tanah tambak di Kecamatan Tayu tidak ter-

golong sebagai tanah organosol atau tanah gambut. Tanah gambut adalah tanah yang dicirikan dengan konsentrasi bahan organik yang melebihi 26% (Boyd *et al.*, 2002).

Kebanyakan nitrogen (N) dalam tanah dasar tambak terkandung dalam bahan organik. Konsentrasi N total tanah tambak Kecamatan Tayu berkisar antara 0,02% dan 0,28% dengan rata-rata 0,09%. Menurut Davide (1976), konsentrasi N total tanah antara 0,16 dan 0,20% tergolong cukup untuk budidaya tambak. Analisis konsentrasi N total tanah dilakukan, bukan hanya untuk mengetahui konsentrasi N total tanah, tetapi juga untuk mengetahui rasio C:N tanah. Tampaknya, rasio C:N tanah tambak di Kecamatan Tayu berkisar antara 8,21:1 dan 46,65:1 dengan rata-rata 18,40:1. Rata-rata rasio C:N tanah ini sama dengan yang telah dilaporkan untuk tanah tambak di Kabupaten Demak (Mustafa & Athirah, 2014). Telah dilaporkan sebelumnya bahwa rasio C:N tanah gambut biasanya lebih besar dari 31:1 (Mustafa, 1998). Rasio C:N tanah yang ideal untuk tambak adalah 8:1 sampai 12:1 (Boyd, 2008).

Konsentrasi  $PO_4$  lebih besar dari 60 mg/L dalam tanah tambak dapat digolongkan sebagai *slight* atau tergolong baik dengan faktor pembatas yang sangat mudah diatasi (Karthik *et al.*, 2005). Konsentrasi fosfat tanah tambak di Kecamatan Tayu tergolong tinggi yang berkisar antara 25,46 dan 304,70 mg/L dengan rata-rata 140,52 mg/L.

Besi (Fe) diserap oleh tanaman dalam bentuk  $Fe^{2+}$  dengan salah satu fungsinya sebagai pembentuk klorofil. Besi merupakan unsur hara mikro yang berarti merupakan unsur yang mutlak dibutuhkan bagi tanaman, tetapi dalam jumlah kecil dan dalam jumlah banyak dapat bersifat racun. Konsentrasi Fe tanah tambak di Kecamatan Tayu sebesar  $270,76 \pm 220,845$  mg/L. Konsentrasi Fe ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi Fe pada tanah sulfat masam yang dapat mencapai  $4.771 \pm 280$  mg/L di Kecamatan Malili Kabupaten Luwu Timur (Ratnawati *et al.*, 2014) dan  $3.766 \pm 1.466$  mg/L di Kabupaten Luwu (Mustafa *et al.*, 2014a).

Unsur beracun lain yang dijumpai di tambak Kecamatan Tayu adalah aluminium (Al). Konsentrasi Al tanah tambak di Kecamatan Tayu sebesar  $90,91 \pm 55,255$  mg/L. Konsentrasi Al ini lebih rendah dibandingkan konsentrasi Al tanah sulfat masam di Kecamatan Malili Kabupaten Luwu Timur yang mencapai  $109 \pm 34$  mg/L (Ratnawati *et al.*, 2014) dan di Kabupaten Luwu yang mencapai  $348 \pm 126$  mg/L (Mustafa *et al.*, 2014a).

Sulfur (S) dapat dikaitkan dengan pembentukan klorofil yang erat hubungannya dengan proses fotosin-

tesis dan ikut serta dalam beberapa reaksi metabolisme seperti karbohidrat, lemak, dan protein (Tisdale & Nelson, 1975). Sulfur dioksidasi menjadi sulfat oleh bakteri kemolitotrof seperti *Thiobacillus* spp. dan tanaman mendapat sulfur dari dalam tanah dalam bentuk sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Konsentrasi  $\text{SO}_4$  tanah tambak di Kecamatan Tayu sebesar  $0,15 \pm 0,098$  mg/L. Sulfur total dalam tanah dapat bervariasi mulai dari paling sedikit sampai dengan 0,1%, konsentrasi S yang tinggi dapat dijumpai pada tanah-tanah bermasalah seperti tanah salin dan tanah sulfat masam (Geneshmurthy *et al.*, 1989).

Berat volume tanah tambak di Kecamatan Tayu sebesar  $1,21 \pm 0,127$  g/cm<sup>3</sup>. Berat volume tanah yang didapatkan ini lebih tinggi daripada berat volume tanah yang didapatkan oleh Mustafa (2007) yaitu sebesar 0,89-1,16 g/cm<sup>3</sup> pada tanah tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan. Bahan organik yang rendah dalam tanah tambak di Kecamatan Tayu diduga menjadi penyebab lebih tingginya berat volume tanahnya dibandingkan di tambak tanah sulfat masam Kabupaten Luwu. Bahan organik adalah faktor utama yang mempengaruhi berat volume tanah, terutama pada tanah yang tidak ditanami (Pitty, 1979).

Salah satu peubah kualitas tanah yang penting bagi pertumbuhan makanan alami untuk ikan dan udang di tambak adalah tekstur tanah dasar tambak. Tekstur tanah merupakan perbandingan antara fraksi pasir, debu, dan liat tanah. Di antara ketiga fraksi tanah tersebut, maka fraksi pasir lebih dominan (50,18%) dibandingkan fraksi tanah lainnya yaitu fraksi debu (40,38%) dan fraksi liat (9,44%). Dari Tabel 1 terlihat pula bahwa tekstur yang dominan pada tanah tambak di Kecamatan Tayu adalah lempung berpasir dan lempung berdebu yaitu masing-masing 40,00% dan 30,00% dari titik pengambilan contoh total. Tekstur tanah tambak sangat berpengaruh terhadap porositas dan pertumbuhan klekap yang dapat menjadi salah satu sumber makanan bagi ikan dan udang. Tambak dengan tanah bertekstur kasar seperti pasir berlempung dan pasir memiliki tingkat porositas yang tinggi, sebagai akibatnya tambak tidak bisa menahan air. Tanah tam-

bak sering dijumpai bertekstur halus dengan fraksi liat minimum 20%-30% untuk menahan peresapan ke samping (Boyd, 1995). Tekstur tanah yang baik untuk tambak yang dikelola secara tradisional adalah: liat, lempung berliat, lempung liat berdebu, lempung berdebu, lempung, dan lempung liat berpasir (Ilyas *et al.*, 1987).

### Pengelolaan Tanah

Hasil analisis citra WorldView-2 dengan Klasifikasi Terbimbing menunjukkan bahwa tambak di Desa Keboromo, Jepat Lor, dan Tunggulsari Kecamatan Tayu mencapai luas 255,9 ha yang terdiri atas 426 petak atau luas rata-rata 0,60 ha/petak. Berdasarkan karakteristik tanah di ketiga desa tersebut, maka faktor pembatas utama untuk budidaya tambak dengan teknologi tradisional adalah konsentrasi bahan organik dan nitrogen yang rendah, konsentrasi fosfat yang tinggi, pH tanah yang rendah pada lokasi tertentu, dan tekstur tanah yang agak kasar.

Ada dua jenis kapur yang umum digunakan untuk budidaya tambak di Kabupaten Pati yaitu dolomit dan kaptan (Tabel 2). Nilai netralisasi dari dolomit di Kabupaten Pati yaitu sebesar 105,63% lebih tinggi daripada temuan Mustafa *et al.* (2010a) dari dolomit yang digunakan di tambak Provinsi Sulawesi Barat yang besarnya 95,09% dan dolomit yang dilaporkan oleh Tisdale & Nelson (1975) yang besarnya 105,00%. Demikian juga halnya dengan kaptan dari Kabupaten Pati yang lebih tinggi nilai netralisasinya dibandingkan kaptan yang digunakan di tambak Provinsi Sulawesi Barat yang besarnya 90,02% (Mustafa *et al.*, 2010a), tetapi lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Tisdale & Nelson (1975) yang besarnya 100,00%. Nilai efisiensi netralisasi dari dolomit yang digunakan untuk budidaya tambak di Kabupaten Pati lebih tinggi daripada yang digunakan di tambak Provinsi Sulawesi Barat yaitu 44,60% (Mustafa *et al.*, 2010a). Sebelumnya, Mustafa (1996) telah mendapatkan efisiensi netralisasi dolomit sebesar 63,0%. Nilai netralisasi dan efisiensi netralisasi dolomit yang besarnya masing-masing 90,00% dan 30,48% telah didapatkan oleh Tarunamulia & Mustafa (2009). Nilai efisiensi netralisasi kaptan dari Kabupaten

Tabel 2. Rata-rata nilai netralisasi, efisiensi netralisasi, dan faktor konversi kapur yang digunakan untuk budidaya tambak di Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Table 2. Average of neutralizing value, neutralizing efficiency, and conversion factor of lime used for brackishwater ponds in Pati Regency Central Java Province

Jenis kapur Kind of lime	Nilai netralisasi Neutralizing value (%)	Efisiensi netralisasi Neutralizing efficiency (%)	Faktor konversi Conversion factor
Dolomit (Dolomite)	105.63	66.32	1.43
Kapur pertanian (Agricultural lime)	96.21	88.65	1.17

Pati juga lebih tinggi daripada kaptan yang digunakan di tambak Provinsi Sulawesi Barat yang besarnya 88,65% (Mustafa *et al.*, 2010a). Kaptan yang memiliki nilai netralisasi 98,0% dan efisiensi netralisasi 99,5% tergolong berkualitas tinggi (Conyers *et al.*, 2003). Dengan demikian, kaptan yang digunakan di tambak Kabupaten Pati belum tergolong sebagai kaptan berkualitas tinggi.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa tanah tambak di Kecamatan Tayu tidak memiliki potensi kemasaman yang tinggi, namun pada lokasi tertentu masih membutuhkan bahan penetral atau kapur untuk menurunkan potensi kemasamannya atau meningkatkan pH tanahnya. Berdasarkan pH tanah dan tekstur tanah tambak di Kecamatan Tayu, maka kebutuhan kapur dalam bentuk kaptan murni atau standar disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2. Kebutuhan kaptan tersebut akan berbeda jika menggunakan dolomit dan kaptan yang beredar di Kabupaten Pati, di mana kebutuhan kapur menjadi lebih tinggi sebab kapur yang beredar di Kabupaten Pati sedikit lebih rendah kualitasnya baik dari nilai netralisasi maupun nilai efisiensi. Dalam hal ini, jika digunakan dolomit maka kebutuhan dolomit harus dikalikan dengan faktor konversinya yaitu 1,43 dan jika digunakan kaptan maka kebutuhan kaptan harus dikalikan dengan faktor konversinya yaitu 1,17.

Berdasarkan pH dan tekstur tanah tambak di Kecamatan Tayu menunjukkan sebagian besar tambak terutama yang dekat dengan pantai tidak membutuhkan kapur untuk peningkatan pH tanahnya (Gambar 2). Akan tetapi, kapur terutama kapur bakar (CaO) dapat juga berfungsi sebagai disinfektan, sehingga disarankan untuk digunakan terutama pada tambak yang sangat sulit dilakukan pengeringan tanah dasarnya seperti telah dilaporkan oleh Mustafa *et al.* (2010b) di tambak Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Kapur bakar memiliki nilai netralisasi tertinggi di antara kapur yang sering digunakan di tambak yaitu 179% sehingga reaksinya lebih cepat dan bila bereaksi dengan

air akan meningkatkan suhu air sehingga dapat membunuh patogen (Mustafa *et al.*, 2010b).

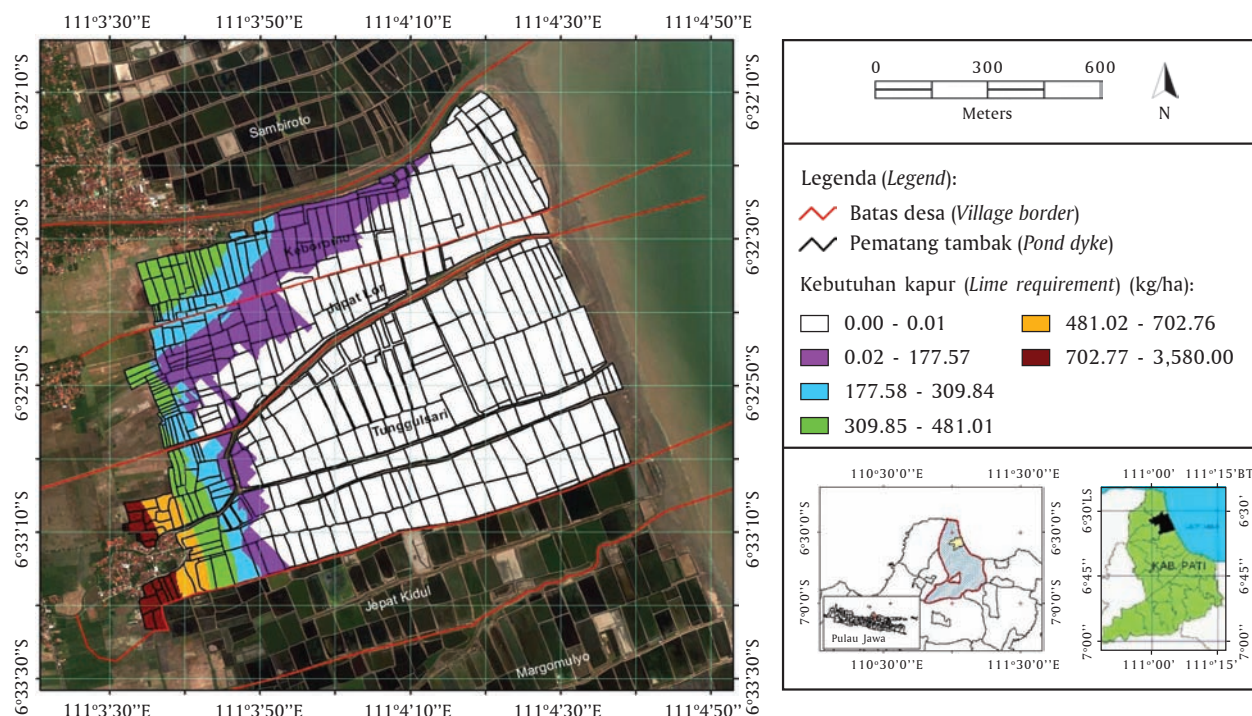
Adanya variasi-variasi karakteristik tanah adalah terutama muncul dari faktor-faktor dan proses pedogenesis (pembentukan tanah), dan penggunaan lahan (Ersahin, 2003), serta praktek-praktek pengelolaan tanah (PanGonzalez *et al.*, 2000; Anuar *et al.*, 2008). Karakteristik tanah berupa pH yang rendah sehingga membutuhkan kapur yang lebih tinggi di daerah yang jauh dari pantai atau di dekat pemukiman dan persawahan di Kecamatan Tayu diduga sebagai akibat proses pedogenesis dan praktek pengelolaan tanah. Tanah tambak dengan material aluvium lempungan mempunyai gaya kohesi dan kemampuan menjebak mineral-mineral elektrolit yang tinggi, sehingga unsur-unsur basa dari air laut lebih banyak dalam tanah yang berdampak pada pH tanah yang lebih tinggi pula di tambak sekitar pantai. Pengelolaan tanah berupa pengapuran hanya diaplikasikan oleh pembudidaya tambak di tambak yang berlokasi jauh dari pemukiman dan persawahan atau tambak di dekat pantai Kecamatan Tayu, sehingga pH tanah yang tinggi dijumpai di sekitar pantai.

Pemupukan merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan kesuburan tambak dengan penambahan unsur hara dalam jumlah tertentu secara periodik, sehingga dapat merangsang pertumbuhan makanan alami berupa klekap, fitoplankton, dan lumut di tambak, sehingga ikan dan udang yang dibudidayakan dapat tumbuh lebih baik. Salah satu unsur yang dibutuhkan oleh tambak termasuk tambak di Kecamatan Tayu adalah nitrogen. Nitrogen berperan penting dalam tambak sebab merangsang pertumbuhan makanan alami secara keseluruhan, merupakan bagian dari sel makanan alami itu sendiri, dan berfungsi untuk sintesis asam amino dan protein dalam makanan alami. Makanan alami sangat diperlukan dalam budidaya tambak dengan teknologi tradisional, tradisional plus, dan semiintensif. Secara umum konsentrasi nitrogen tanah tambak di Kecamatan Tayu tergolong rendah,

Tabel 3. Kebutuhan kapur di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Table 3. Lime requirement in brackishwater ponds of Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province

Jenis kapur <i>Kind of lime</i>	Kebutuhan kapur ( <i>Lime requirement</i> ) (kg/ha)			
	Minimum	Maksimum <i>Maximum</i>	Rata-rata <i>Average</i>	Deviasi standar <i>Standard deviation</i>
Kaptan murni atau standar <i>Pure or standard agricultural lime</i>	0	3,580	99	492
Dolomit yang ada di Pati <i>Dolomite in Pati</i>	0	5,119	142	703
Kaptan yang ada di Pati <i>Agricultural lime in Pati</i>	0	4,159	116	576



Gambar 2. Peta kebutuhan kapur di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Figure 2. Map of lime requirement in brackishwater ponds of Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province

sehingga aplikasi pupuk yang mengandung nitrogen seperti urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) menjadi penting. Berdasarkan konsentrasi nitrogen tanah dan syarat kebutuhan nitrogen untuk budidaya tambak serta berat volume tanah di Kecamatan Tayu, maka ditentukan kebutuhan pupuk urea seperti pada Tabel 4 dan Gambar 3. Kebutuhan pupuk urea yang rendah dijumpai pada tambak yang berbatasan dengan sawah.

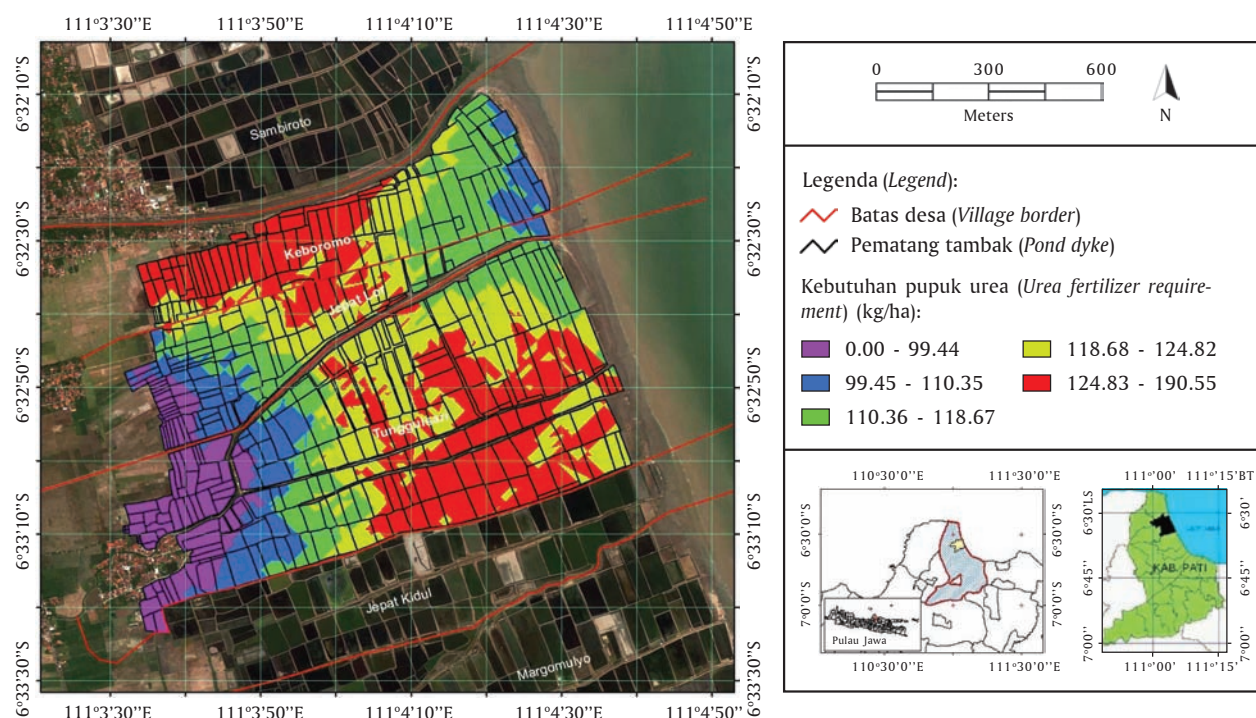
Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian, termasuk produksi tambak baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas tanah dan dapat mencegah degradasi tanah. Konsentrasi bahan organik yang rendah serta fraksi pasir yang tinggi pada tanah tambak di Kecamatan Tayu, maka salah

satunya opsi pengelolaan tanah tambak adalah aplikasi pupuk organik. Salah satu sumber pupuk organik yang dapat menjadi sumber pencemaran di Kabupaten Pati adalah blotong (*filter press mud*) yang berasal dari dua unit pabrik gula yang masing-masing berlokasi di Kecamatan Tayu dan Trangkil. Blotong sebagai salah satu limbah pabrik gula mempunyai komposisi yang dapat dijadikan bahan pupuk organik. Sebagian besar blotong ini terdiri dari serat-serat tebu yang merupakan senyawa C organik. Baon (1996) dalam Chairani (2005), menyatakan bahwa konsentrasi hara-hara tertentu di dalam blotong ternyata cukup tinggi dan menempatkan blotong lebih unggul daripada organik lainnya, sebab selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah juga sebagai sumber hara yang dapat menguntungkan tanaman. Blotong dapat menyumbangkan unsur hara makro seperti N, P, K, dan Mg serta unsur hara mikro seperti Fe, Mn, Zn, Mo, dan B ke dalam

Tabel 4. Kebutuhan pupuk anorganik dan organik di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Table 4. Inorganic and organic fertilizers requirement in brackishwater ponds of Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province

Jenis pupuk Kind of fertilizer	Kebutuhan pupuk (Fertilizer requirement) (kg/ha)			
	Minimum	Maksimum Maximum	Rata-rata Average	Deviasi standar Standard deviation
Pupuk urea (Urea fertilizer)	0	191	117	30
Pupuk organik (Organic fertilizer)	0	3,361	1,781	798



Gambar 3. Peta kebutuhan pupuk urea di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

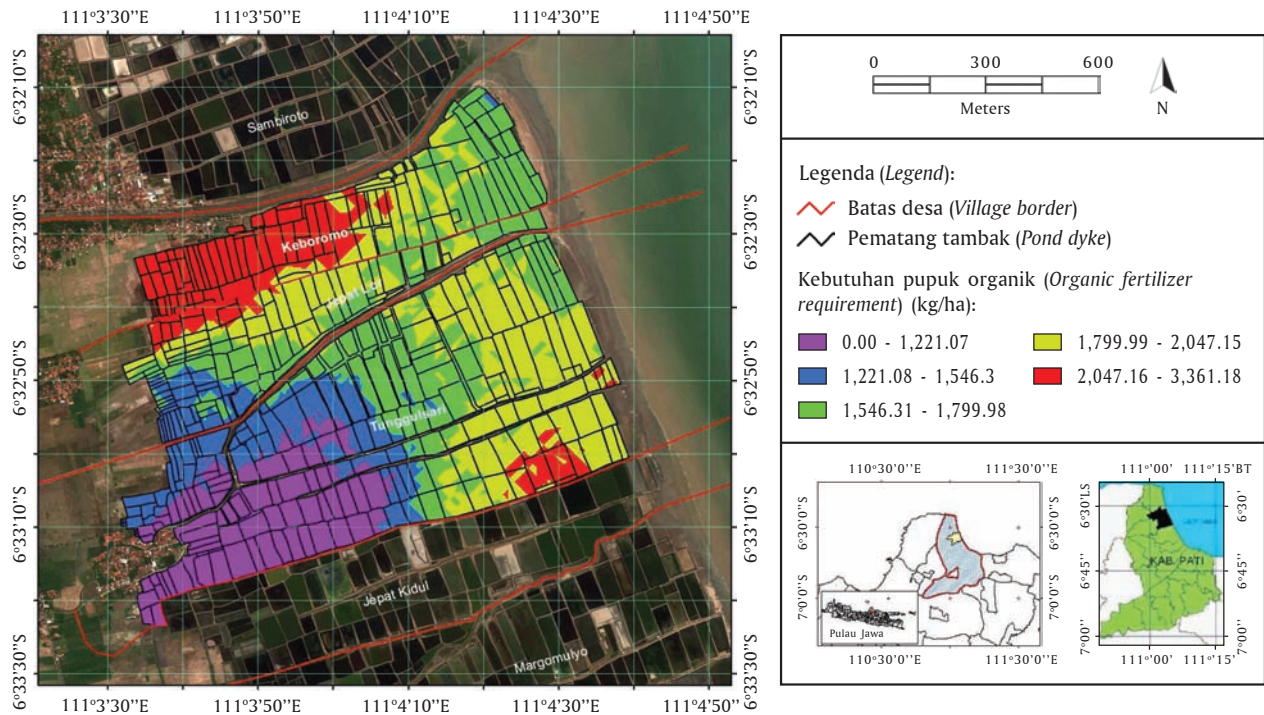
Figure 3. Map of urea fertilizer requirement in brackishwater ponds of Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province

tanah (Chairani, 2005). Blotong mempunyai karakteristik berupa pH 7,53, karbon 26,51%, nitrogen 1,04%, rasio C:N 25,62, dan fosfat 6,14% (Anonim, 2012). Berdasarkan konsentrasi C organik blotong, konsentrasi C organik tanah, berat volume tanah, dan kebutuhan bahan organik untuk budidaya tambak teknologi tradisional, maka tambak di Kecamatan Tayu membutuhkan pupuk organik berupa blotong sampai 3.361 kg/ha dengan rata-rata 1.781 kg/ha (Tabel 4 dan Gambar 4). Pada tanah tambak dengan konsentrasi bahan organik 1,48%, Monoarfa (1992) mendapatkan dosis blotong 200 g/m<sup>2</sup> atau 2.000 kg/ha merupakan dosis terbaik untuk produksi klekap dan sama baiknya dengan dosis kotoran ayam 200 g/m<sup>2</sup>. Kotoran ayam dapat menjadi alternatif pupuk organik dengan konsentrasi karbon sekitar 15-19% dan reaksi yang relatif cepat, akan tetapi kotoran ayam rentan membawa bibit penyakit dan kontaminan lain akibat penggunaan obat-obatan dan hormon dalam pemeliharaan ayam, sehingga perlu pertimbangan matang untuk digunakan di tambak.

Bahan organik dapat berfungsi sebagai granulator yaitu memperbaiki struktur tanah tambak menjadi lebih baik, sehingga kondisi tambak juga menjadi lebih baik untuk produksi (Mustafa & Athirah, 2014). Selanjutnya Bot & Benites (2005) menyatakan salah satu peran penting bahan organik tanah adalah menjadi perekat partikel tanah untuk membentuk struktur tanah terbaik. Dekomposisi atau perombakan bahan

organik menjadi humus menciptakan partikel molekul humus yang berfungsi sebagai "semen" dari fraksi pasir, debu, dan liat dari tanah dalam agregat yang tidak mudah hancur dalam air (Christensen, 1986). Konsentrasi bahan organik tanah tambak di Kecamatan Tayu relatif rendah dan umumnya bertekstur kasar seperti lempung berpasir, sehingga pemberian pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah dan mengurangi porositas pematang. Tanah berpasir banyak mengandung pori makro yang tidak dapat menahan air, maka penambahan bahan organik akan meningkatkan pori berukuran menengah dan menurunkan pori berukuran makro sehingga meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air. Dengan demikian, penambahan konsentrasi bahan organik tanah dapat mengurangi porositas pematang tambak, sehingga ketinggian air tambak relatif dapat dipertahankan yang berdampak pada kondisi tambak yang lebih baik untuk udang windu dan ikan bandeng yang dibudidayakan.

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa kebanyakan N dalam tanah dasar tambak terkandung dalam bahan organik, hal ini lebih diperjelas lagi dengan adanya pola sebaran kebutuhan pupuk urea (Gambar 3) yang relatif sama dengan pola sebaran kebutuhan pupuk organik (Gambar 4) di tambak Kecamatan Tayu. Dikatakan pula oleh Boyd (2008) bahan organik, selain sebagai sumber karbon, juga merupakan sumber nitrogen. Kebutuhan pupuk urea dan pupuk organik



Gambar 4. Peta kebutuhan pupuk organik blotong di tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Figure 4. Map of organic fertilizer requirement in brackishwater ponds of Tayu Subdistrict Pati Regency Central Java Province

yang rendah di tambak dekat pemukiman dan persawahan diduga sebagai akibat adanya penggunaan lahan lain (pemukiman dan persawahan) yang dapat menjadi sumber N maupun bahan organik bagi tambak di dekatnya. Dalam hal ini, diduga N dapat berasal dari persawahan yang mendapatkan suplai pupuk yang mengandung N, sedangkan bahan organik dapat berasal dari limbah pemukiman. Telah dilaporkan sebelumnya bahwa penutup atau penggunaan lahan adalah satu faktor yang menyebabkan adanya variasi karakteristik tanah (Ersahin, 2003).

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa konsentrasi fosfat di tanah tambak Kecamatan Tayu tergolong tinggi, sehingga diperlukan bakteri pelarut fosfat untuk dapat meningkatkan kelarutan fosfat ini dan menjadi tersedia bagi makanan alami di tambak. Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri tanah yang dapat melarutkan fosfat sehingga dapat diserap oleh tanaman termasuk makanan alami. Selain meningkatkan fosfat dalam tanah juga dapat berperan pada metabolisme vitamin D untuk memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Wulandari, 2001). Bakteri pelarut fosfat mampu mensekresi asam organik sehingga akan menurunkan pH tanah dan memecahkan ikatan pada beberapa bentuk senyawa fosfat untuk meningkatkan ketersediaan fosfat dalam larutan tanah (Purwaningsih, 2003). Bakteri yang berperan sebagai pelarut fosfat pada tanah

telah banyak ditemukan, di antaranya genera *Pseudomonas* spp., *Micrococcus* spp., *Bacillus* spp., *Azotobacter* spp., *Microbacterium* spp., dan *Flavobacterium* spp. (Purwaningsih, 2003). Hasil penelitian Widiawati & Suliasih (2006) menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. merupakan bakteri pelarut fosfat yang memiliki kemampuan terbesar sebagai biofertilizer dengan cara melarutkan fosfat yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman.

Pemberian pupuk organik juga dapat menjadi opsi dalam meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Konsentrasi P yang tinggi dalam tanah tambak di Kecamatan Tayu kemungkinan tidak tersedia bagi makanan alami, karena diikat oleh Ca dan Mg yang dicirikan dengan pH tanah yang relatif tinggi. Pemberian bahan organik berupa pupuk organik yang dalam proses dekomposisinya akan membentuk asam karbonat akibat pelepasan CO<sub>2</sub> yang selanjutnya meningkatkan ketersediaan P dalam tanah (Stevenson, 1982).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Tanah tambak di Kecamatan Tayu tergolong tanah aluvial nonsulfat masam yang dicirikan secara umum dengan pH yang tergolong netral namun masam pada daerah tertentu, konsentrasi karbon, nitrogen, besi, aluminium dan sulfur yang relatif rendah, konsentrasi

fosfat yang relatif tinggi serta tekstur yang tergolong kasar. Opsi pengelolaan yang ditawarkan berupa pengapuran yang berkisar dari 0 sampai dengan 5.119 kg/ha dengan rata-rata 141 kg/ha jika menggunakan dolomit yang dipasarkan di Kabupaten Pati atau 0 sampai dengan 4.159 kg/ha dengan rata-rata 116 kg/ha jika menggunakan kapitan yang dipasarkan di Kabupaten Pati. Pupuk urea yang mengandung 46,0% nitrogen dapat diaplikasikan dengan dosis antara 0 dan 191 kg/ha dengan rata-rata 117 kg/ha dan pupuk organik yang mengandung 26,51% karbon dapat diaplikasikan dengan dosis 0 sampai dengan 3.361 kg/ha dengan rata-rata 1.781 kg/ha. Aplikasi bakteri pelarut fosfat disarankan untuk diaplikasikan untuk meningkatkan ketersediaan fosfat pada tanah tambak.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Hakim Madeng atas bantuannya dalam pengukuran dan pengambilan contoh tanah di lapangan serta Rosiana Sabang, Kamariah, dan Rahmiah atas bantuannya dalam analisis di laboratorium.

#### DAFTAR ACUAN

- Agus, F., Yusrial, & Sutono. (2006a). Penetapan tekstur tanah. *Dalam: Kurnia, U., Agus, F., Adimihardja, A., & Dariah, A. (eds.). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor, hlm. 43-62.
- Agus, F., Yustika, R.D., & Haryati, U. (2006b). Penetapan berat volume 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. 25-34.
- Ahern, C.R., Blunden, B., Sullivan, L.A., & McElnea, A.E. (2004). Soil sampling, handling, preparation and storage for analysis of dried samples. *In: Acid Sulfate Soils Laboratory Methods Guidelines*. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland. p. B1-1-B1-5.
- Anonim. (2012). Blotong dan pemanfaatannya. <http://www.risvank.com/2012/01/25/blotong-dan-pemanfaatannya/>. Diakses 12 Desember 2014.
- Anonim. (2013). Minapolitan Kabupaten Pati menuju industrialisasi. <http://www.djpb.kkp.go.id/berita.php?id=916>. Diakses 17 Juni 2014.
- Anonim. (2014). Bangkitkan produksi udang di Kabupaten Pati. *Pati Ekspres Selasa*, 27 Mei 2014. <http://www.patiekspres.co/2014/05/bangkitkan-produksi-udang-di-kabupaten-pati/>. Diakses 17 Juni 2014.
- Anuar, A.R., Goh, K.J., Heoh, T.B., & Ahmed, O.H. (2008). Spatial variability of soil inorganic N in a mature oil palm plantation in Sabah, Malaysia. *American Journal of Applied Sciences*, 5(9), 1239-1246.
- Bot, A., & Benites, J. (2005). *The Importance of Soil Organic Matter: Key to Drought-resistant Soil and Sustained Food Production*. FAO Soils Bulletin 80. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 79 pp.
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, 482 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, p. 91-92.
- Boyd, C.E., & Hollerman, W.D. (1982). Influence of particle size of agricultural limestone on pond liming. *Proceedings of Annual Conference Southeast Association of Fish and Wildlife Agencies*, 36, 196-201.
- Boyd, C.E., Wood, C.W., & Thunjai, T. (2002). *Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management*. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program Oregon State University, Corvallis, Oregon, 41 pp.
- Chairani. (2005). Pengaruh pemberian pupuk organik blotong dan pupuk sulfomag plus terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan produksi jagung (*Zea mays* L.) pada tanah Typic Paleudult. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*, 3(3), 73-85.
- Christensen, B.T. (1986). Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregates and particle size separates. *Journal of Soil Science*, 37, 125-135.
- Conyers, M.K., Heenan, D.P., McGhie, W.J., & Poile, G.P. (2003). Amelioration of acidity with time by limestone under contrasting tillage. *Soil & Tillage Research*, 72, 85-94.
- Davide, J.G. (1976). Fishpond soil and fertilizers. *In: Lopez, A.M. (ed.), Pond Construction and Management*. Western Visayas Federation of Fish Producers, Inc., Iloilo City, p. 1-6.
- Ersahin, S. (2003). Comparing ordinary kriging and cokriging to estimate infiltration rate. *Soil Science*, 67, 1848-1855.
- Essington, M.E. (2004). *Soil and Water Chemistry: An Integrative Approach*. CRC Press, Boca Raton, 534 pp.
- Eviati, & Sulaeman. (2009). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Petunjuk Teknis Edisi 2. Balai Penelitian Tanah, Bogor, 234 hlm.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (1998). Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. *In: FAO Land and Water Bulletin 5*. FAO, UNDP, UNEP and World Bank, Rome, 208 pp.

- Geneshmurthy, A.N., Mongia, A.D., & Singh, N.T. (1989). Forms of S in soil profiles of Andaman and Nicobar Islands. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 37, 825-829.
- Goh, K.J., Kee, K.K., & Chew, P.S. (1998). Soil fertility status of some common soils in Sabah, Malaysia. In: Aziz, B. and Husni, A.M.S. (eds.), *Proceedings of the Soil Science Conference of Malaysia*. Malaysian Society of Soil Society, Kuala Lumpur, p. 1-16.
- Hardjowigeno, S. (2003). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Edisi revisi. Akademika Pressindo, Jakarta, 354 hlm.
- Hazelton, P., & Murphy, B. (2009). *Interpreting Soil Test Results: What do All the Numbers Mean?* Second edition. CSIRO Publishing, Collingwood, 152 pp.
- Hossain, M.S., Chowdhury, S.R., Das, N.G., Sharifuzzaman, S.M., & Sultana, A. (2009). Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. *Landscape and Urban Planning*, 90(3-4), 119-133.
- Husson, O. (2013). Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism system: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. *Plant Soil*, 361, 389-417.
- 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., dan Ekowardoyo, S. (1987). *Petunjuk Teknis bagi Pengoperasian Unit Usaha Pembesaran Udang Windu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta, 100 hlm.
- Kadar, D., & Sudijono. (1994). *Geologi Lembar Rembang, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 25 hlm. + 1 lembar peta.
- 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.
- Kaurichev, I.S., & Shishova, V.S. (1967). Oxidation reduction conditions of coarse textured soil of the Meschera low-land. *Soviet Soil Science*, 5, 636-646.
- Law, W.M., & Tan, M.M. (1977). Chemical properties of some Peninsular Malaysian soil series. In: *Proceedings of Chemistry and Fertility of Tropical Soils*. Malaysian Society of Soil Society, Kuala Lumpur, p. 180-191.
- Lin, Y.P. (2008). Simulating spatial distributions, variability and uncertainty of soil arsenic by geostatistical simulations in geographic information systems. *Open Environmental Sciences*, 2, 26-33.
- Monoarfa, W.D. (1992). *Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (Blotong) dalam Produksi Klekap pada Tanah Tambak Bertekstur Liat*. Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang, 70 hlm.
- Mustafa, A. (1996). *Pendederan Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius) di Tanah Gambut Melalui Pengapuran Dasar dan Susulan dengan Dosis Berbeda*. Tesis Magister Sains. Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar, 181 hlm.
- Mustafa, A. (1998). Budidaya tambak di lahan gambut dan permasalahannya: Studi kasus di Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian*, XVII(3), 73-83.
- Mustafa, A. (2007). *Improving Acid Sulfate Soils for Brackish Water Ponds in South Sulawesi, Indonesia*. Ph.D. Thesis. The University of New South Wales, Sydney, 418 pp.
- Mustafa, A. (2012). Kriteria kesesuaian lahan untuk berbagai komoditas di tambak. *Media Akuakultur*, 7(2), 108-118.
- Mustafa, A., & Athirah, A. (2014). Aplikasi analisis jalur dalam penentuan pengaruh kualitas tanah dan air terhadap produksi total tambak di Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, 9(2), 65-79.
- Mustafa, A., Hasnawi, Asaad, A.I.J., & Paena, M. (2014a). Characteristics, suitability and recommendations for management of land in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds for tiger prawn (*Penaeus monodon*) culture in Luwu Regency, Indonesia. *Journal of Coastal Conservation*, 18(6), 595-608.
- Mustafa, A., Hasnawi, Athirah, A., Sommeng, A., & Ali, S.A. (2014b). Karakteristik, kesesuaian, dan pengelolaan lahan untuk budidaya di tambak Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1), 135-149.
- 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, & Anugriati. (2010a). Distribusi kebutuhan kapur berdasarkan  $S_{pos}$  tanah untuk tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. Dalam: Sudradjat, A., Rachmansyah, A. Hanafi, Z.I. Azwar, Imron, A.H. Kristanto, Chumaidi, dan I. Insan (eds.), *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010: Buku 2*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta, hlm. 1109-1121.
- Mustafa, A., Sapo, I., & Paena, M. (2010b). Studi penggunaan produk kimia dan biologi pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak

- Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(1), 115-133.
- Nayak, A.K., Pant, D., Kumar, P., Mahanta, P.C., & Pandey, N.N. (2014). GIS-based aquaculture site suitability study using multi-criteria evaluation approach. *Indian Journal of Fisheries*, 61(1), 108-112.
- PanGonzalez, A., Vieira, S.R., & Taboada, C.M.T. (2000). The effect of cultivation on the spatial variability of selected properties of an umbric horizon. *Geoderma*, 97(3-4), 273-292.
- Pitty, A.F. (1979). *Geography and Soil Properties*. Methuen & Co. Ltd., London, 287 pp.
- Purwaningsih, S. (2003). Isolasi, populasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat pada tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara. *Biologi*, 3(1), 22-31.
- de Queiroz, J.F., Nicoletta, G., Wood, C.W., & Boyd, C.E. (2004). Lime application methods, water and bottom soil acidity in fresh water fish ponds. *Scientia Agricola*, 61(5), 469-475.
- Rachmansyah, & Mustafa, A. (2011). Distribusi spasial karakteristik tanah tambak di Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(3), 479-493.
- Ratnawati, E., Hasnawi, & Mustafa, A. (2014). Kesesuaian lahan aktual untuk budidaya udang windu di tambak Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1), 151-164.
- Rayes, M.L. (2007). *Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan*. Penerbit Andi, Yogyakarta, 298 hlm.
- Setiawan, Y., Bengen, D.G., Kusmana, C., & Pertiwi, S. (2014). Evaluation of land suitability for brackishwater shrimp farming using GIS in Mahakam Delta, Indonesia. *Journal of Environment and Earth Science*, 4(16), 19-26.
- Sokal, R.R., & Rohlf, F.J. (1981). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. Second edition. W.H. Freeman and Co., New York, 859 pp.
- Stevenson, F.J. (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley & Sons, New York, 433 pp.
- Tarunamulia, & Mustafa, A. (2009). Peningkatan produktivitas tambak tanah sulfat masam melalui perbaikan metode pengapuran. *Dalam: Djumanto, Dwiitno, Chasanah, E., Heruwati, E.S., Irianto, H.E., Saksono, H., Lelana, I.Y.B., Basmal, J., Murniyati, Murwantoko, Probosunu, N., Peranginangin, R., Rustadi, dan Ustadi (eds.). Prosiding Seminar Nasional Tahunan VI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2009; Jilid I : Budidaya Perikanan*. Jurusan Perikanan dan Kelautan-Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta; Indonesian Network on Fish Health Management, Bogor dan Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta, hlm. RB-08, 1-9.
- Tisdale, S.L., & Nelson, W.L. (1975). *Soil Fertility and Fertilizers*. Third edition. MacMillan Publishing Co. Inc., New York, 694 pp.
- Widawati, S., & Suliasih. (2006). Populasi bakteri pelarut fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta kemampuannya melarutkan P terikat di media pikovskaya padat. *Biodiversitas*, 7(2), 109-113.
- Wulandari, S. (2001). Efektivitas bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas* sp. terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) pada tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Natur Indonesia*, 4(1), 21-25.
- Zhang, W., Faulkner, J.W., Giri, S.K., Geohring, L.D., & Steenhuis, T.S. (2009). Effect of soil reduction on phosphorus sorption of an organic-rich silt loam. *Soil Science Society of America Journal*, 74, 240-249.