

UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TAMBAK DI TANAH SULFAT MASAM DENGAN MENGURANGI UNSUR TOKSIK DARI PEMATANG

Brata Pantjara^{*)}, Muhammad Natsir Nessa^{*)}, Winarni Monoarfa^{*)}, dan Iqbal Djawad^{*)}

ABSTRAK

Kegagalan budi daya udang windu di tambak tanah sulfat masam disebabkan adanya kelarutan unsur toksik dalam tambak yang diduga berasal dari pematang terutama pada saat hujan lebat. Oleh karena itu, dalam pemanfaatan untuk tambak di lahan semacam ini diperlukan upaya mencegah terjadinya kelarutan senyawa toksik tersebut melalui perbaikan pematang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi pematang tambak yang baik di tanah sulfat masam terhadap peningkatan kualitas air dan pertumbuhan serta sintasan udang windu. Penelitian dilakukan di Instalasi Tambak Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros. Sebanyak 9 tambak berukuran luasan 800 m² dan padat penebaran tokolan udang windu 5 ekor/m². Pemeliharaan terhadap hewan uji dilakukan selama 12 minggu. Perlakuan kondisi pematang adalah pematang yang dilapisi kapur (A); Pematang yang permukaannya ditambah dolomit (B); Pematang yang permukaannya dilapisi plastik (C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tambak dengan kondisi pematang pada A dan C menghasilkan kualitas air yang lebih baik dibandingkan B. Semua perlakuan kondisi pematang menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap pertumbuhan udang windu. Kondisi pematang pada perlakuan A dan C di tambak tanah sulfat masam berpengaruh nyata ($P<0,15$) dibandingkan perlakuan B terhadap sintasan. Sintasan yang diperoleh pada akhir penelitian masing-masing pada perlakuan A dan C yaitu 29,86% dan 28,82% dan pada perlakuan B yaitu 6,1%.

ABSTRACT: *The effort to increase of pond productivity in acid sulphate soil with reduce of element toxic from dyke. By: Brata Pantjara, Muhammad Natsir Nessa, Winarni Monoarfa, and Iqbal Djawad*

The failure to tiger prawn culture in acid sulphate soil brackish water pond caused by toxicity solubility in the pond to predict from dyke especially at the heavy rains. Therefore, the utilize for brackish water pond in this land was needed in the effort to prevent with reduce of element toxic with dyke improvement. The objectives of this experiment were to know of dyke condition is the best in acid sulphate soil to increase of water quality and growth and also survival rate of prawn. This research was conducted in experimental pond at Installation of Research Institute for Coastal Aquaculture, in Maros. As much nine portion of brackish water pond with 800 m² wide size. The density of juvenile every pond was 5 ind./m, during 12 weeks culture. The treatment tried consisted (A) dyke with dolomite in layers; (B) dyke with dolomite in surface and (C) dyke with plastics in surface. The result of research showed that pond dyke condition to A and C treatments were the best for increasing of water quality than B. The all of dyke condition treatments showed that not significantly ($P>0.05$). The pond dyke condition to A and C treatments in acid sulphate soil was significantly ($P<0.15$) to compare with B treatment to survival rate. The survival rate was obtained by the end of research each to the A and C treatments were 29.86% and 28.82% and B treatment was 6.1%.

KEYWORDS: *pond productivity, acid sulphate soil, toxic, dyke*

^{*)} Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros, Sulawesi Selatan

PENDAHULUAN

Potensi tanah sulfat masam di Indonesia mencapai 6,7 juta hektar yang tersebar di beberapa pulau besar seperti Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua (Widjaja-Adhi *et al.*, 1992). Di kawasan pesisir lahan tanah sulfat masam sering dijumpai dan dimanfaatkan untuk pengembangan budi daya tambak karena lahannya didukung oleh sumber air payau. Namun demikian, ada beberapa kendala yang sering dihadapi bagi pengelola tambak di lahan tanah sulfat masam yaitu tingkat kemasaman tanah yang sangat tinggi ($\text{pH} < 3,5$), adanya senyawa pirit, konsentrasi Fe^{2+} , SO_4^- tinggi, dan kurang tersedia hara terutama fosfor (Dent, 1986; Boyd, 1995). Lahan semacam ini bila dibangun tambak dan tanahnya digunakan untuk pembuatan pematang diperkirakan tambaknya tidak berproduksi (gagal panen), sehingga banyak pembudi daya yang mengalami kerugian karena kurang pengetahuan mengenai kondisi tanahnya dan lambat laun lahan ini menjadi lahan tidur (bongkor) karena kurang termanfaatkan.

Tanah sulfat masam merupakan tanah endapan yang banyak mengandung besi dan sulfat dan bila teroksidasi dalam jangka waktu yang cukup lama dan tanahnya terairi menyebabkan kelarutan beberapa senyawa toksik (Smith, 1996). Menurut Bowman (1993) dan White *et al.* (1997), bahwa konsentrasi pirit (FeS_2) pada tanah masam yang teroksidasi menghasilkan asam sulfat yang merupakan asam kuat dan mampu meningkatkan kemasaman secara mendadak sehingga meningkatkan kemasaman dalam tambak dan berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan. Di tambak tanah sulfat masam keberadaan pirit banyak terlihat terutama pada pinggir pematang yang teroksidasi (White *et al.*, 2000). Kemunculan pirit yang tinggi di pematang sangat berbahaya karena berpotensi untuk menurunkan kualitas air dalam tambak terutama setelah hujan lebat dan cukup lama sehingga melarutkan senyawa pirit dan meningkat senyawa toksik lainnya, seperti Fe^{2+} , SO_4^- dalam tambak. Kondisi yang demikian dapat menurunkan kualitas air dan mematikan organisme akuatik yang dibudi daya termasuk udang (Poernomo, 1992; Hanafi, 1998). Menurut Pantjara (2007), bahwa pirit tidak secara langsung meracuni udang dalam tambak, tetapi yang bersifat racun bagi udang adalah senyawa-senyawa produk pecahan

pirit yang larut setelah teroksidasi seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atau $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan Fe^{2+} , Al^{3+} , H^+ , serta SO_4^{2-} . Kondisi air yang demikian dapat berakibat fatal bagi udang, karena unsur tersebut tersaring dan mengendap pada insang sehingga insang udang tidak berfungsi normal dan akhirnya udang lemas dan mati. Oleh karena itu, dalam pemanfaatan tambak tanah sulfat masam untuk budi daya udang diperlukan upaya mengurangi terbentuknya pirit dan keluarnya produk melalui pematang.

Kemasaman tanah, erosi pematang, dan kekeruhan dalam air tambak tanah sulfat masam akan menurunkan produksi budi daya bila tambaknya tidak dikelola dengan tepat. Selama ini penggunaan kapur dalam tambak tanah masam cukup efektif untuk meningkatkan pH. Menurut Chanratchakool *et al.* (1998), aplikasi kapur pada pematang dapat meningkatkan kualitas air dalam tambak. Berangkat dari permasalahan yang ada dalam budi daya udang windu di tambak tanah sulfat masam, maka perlu upaya mencegah adanya toksisitas yang larut dari pematang yang masuk dalam tambak. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tambak di tanah sulfat masam dengan mengurangi kelarutan unsur toksik dari pematang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Tambak Percobaan, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Marana. Sebanyak 9 petak tambak percobaan digunakan dalam penelitian ini, masing-masing petakan tambak mempunyai ukuran 800 m^2 ($40 \text{ m} \times 20 \text{ m}$). Sumber air payau yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu ditampung dalam petak tandon yang ditumbuhi mangrove. Perbaikan yang dicoba adalah pematang yang dilapisi dolomit sudah 1 tahun pematang dibangun (A); pematang yang permukaannya ditambah dolomit (B); dan pematang yang permukaannya dilapisi plastik (C). Setiap perlakuan dengan tiga kali ulangan.

Sebelum budi daya udang windu dilakukan persiapan tambak yang meliputi pengolahan tanah dasar yang dilanjutkan dengan pengeringan 15 hari pada kondisi cuaca yang cerah dan perendaman air tambak selama 5 hari serta pembuangan air rendaman. Reklamasi tanah dilakukan sebanyak dua kali. Pemberantasan hama dalam tambak setelah reklamasi dilakukan dengan pemberian saponin dosis 20 mgL^{-1} dan dilanjutkan dengan pengapuran pada pelataran tambak serta pemupukan urea

dan TSP, masing-masing dengan dosis 150 dan 100 kg/ha. Tokolan udang windu ditebar dengan kepadatan 5 ekor/m² setelah satu minggu dilakukan pemupukan. Pakan tambahan berupa pelet diberikan dengan dosis 2%--3% dari bobot udang per hari dan diberikan setelah 35 hari udang ditebar (jumlah pakan alami di dalam tambak sudah berkurang kepadatannya). Pengamatan bobot udang dilakukan pada awal penelitian dan setiap 2 minggu selama budi daya. Peubah kualitas tanah pematang tambak dianalisis pada awal dan akhir penelitian. meliputi pH_F, pH_{Fox}, Kemasaman aktual total (TAA), Kemasaman potensial total (TPA), Kemasaman sulfida total (TSA), pirit, PO₄⁼, Al³⁺, Fe²⁺, bahan organik dan tekstur. Peubah kualitas air dilakukan pada awal dan setiap minggu selama penelitian meliputi pH, oksigen terlarut, salinitas, alkalinitas, NH₃, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄⁼, Al²⁺, Fe²⁺, SO₄⁼. Setelah 12 minggu pemeliharaan udang dipanen dan dihitung sintasannya. Disain penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), data yang diperoleh dianalisis Anova dengan menggunakan Program SPSS 15. Uji kenormalan dari data dilakukan sebelum anova. Sedangkan data kualitas tanah dan air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Kualitas Tanah Pematang

Distribusi kualitas tanah pematang pada kedalaman hingga 2 m dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3. Hasil penelitian terhadap pematang yang dilapisi dolomit mempunyai pH_F lebih tinggi dibandingkan pematang yang permukaannya ditambah dolomit maupun pematang yang permukaannya dilapisi plastik. Menurut Pantjara (2005), pemberian dolomit pada di tanah sulfat masam dapat meningkatkan pH tanah, menyerap Fe²⁺, dan mempercepat penguraian bahan organik tanah dan bila dolomit diaplikasi di pematang tanah sulfat masam diharapkan dapat mengurangi senyawa toksik sehingga meningkatkan produktivitas tambak.

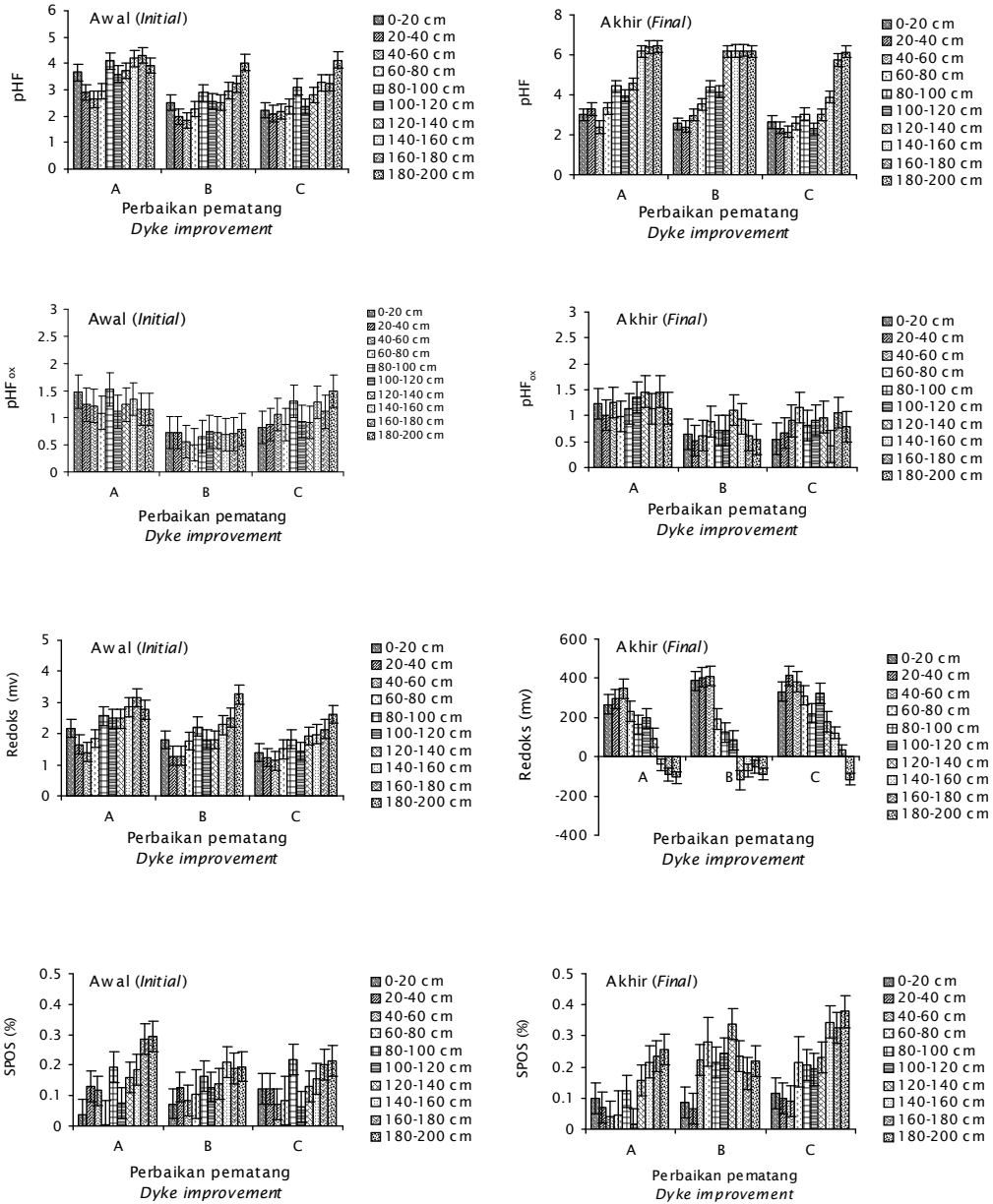
Pada akhir penelitian terjadi peningkatan pH pada semua perlakuan kedalaman >140 cm. Hasil analisis statistik menunjukkan kedalaman tanah berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap peningkatan pH_F tanah. Diduga tingginya pH_F disebabkan pengaruh dolomit di dalam pematang dan larut secara gravitasi kebagian lebih bawah sehingga dapat melepaskan karbondioksida. Menurut Notohadiprawiro

(2000), proses adsorpsi Ca²⁺ dan Mg²⁺ akan meningkatkan persentase kejenuhan basa dari kompleks koloid tanah sehingga meningkatkan pH dalam larutan tanah.

Proses kimia pada tanah masam dalam kondisi reduksi dan oksidasi mempunyai mekanisme hampir sama dengan reaksi asam-basa. Fluktuasi nilai redoks pada kedalaman pematang disebabkan terjadi perbedaan kenaikan muatan negatif atau penurunan muatan positif pada tanah dan sebaliknya yang dipengaruhi oleh porositas pematang yang sangat tinggi >50% dan tekstur tanah yang didominasi lempung berdebu hingga lempung berpasir sehingga membantu keretakan tanah pematang. Pengamatan redoks tanah pematang pada awal cenderung meningkat pada kedalaman >160 cm dengan nilai redoks <5 mV. Pengamatan redoks pematang akhir penelitian terjadi peningkatan nilai muatan yang mencapai >100 mV pada kedalaman 0—120 cm. Sedangkan pada kedalaman >120 cm sebagian pematang bernilai negatif >-40 mV pada semua perlakuan. Hal ini menunjukkan telah terjadi reduksi karena pengaruh penggenangan air tambak selama budi daya. Dalam penelitian ini perlakuan perbaikan pematang belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai redoks.

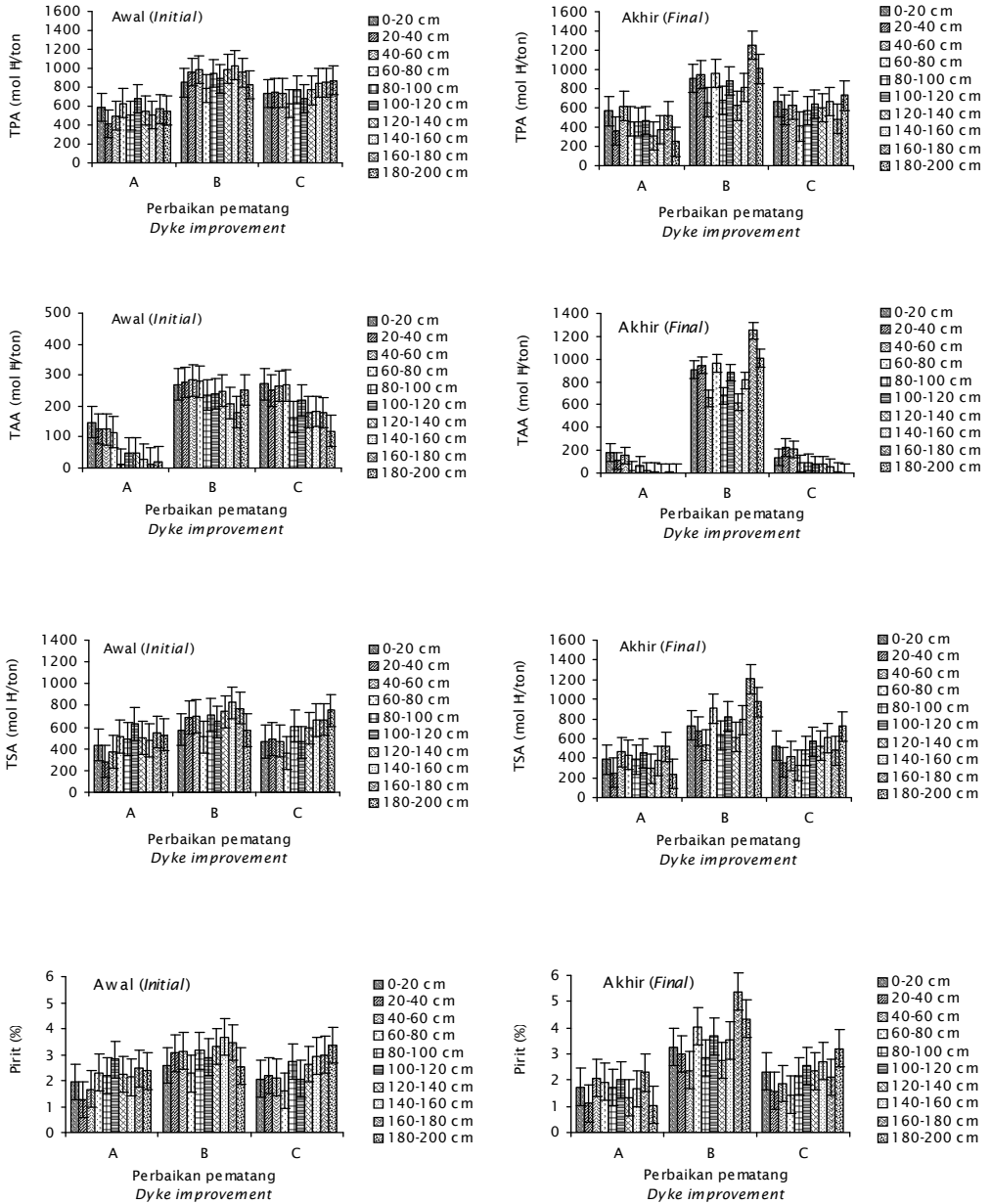
Nilai S_{POS} pada semua perlakuan bervariasi dan secara deskriptif tampak nilai S_{POS} tertinggi terjadi pada perlakuan C terutama kedalaman >150 cm. Diduga pemberian plastik pada permukaan pematang dapat mengurangi proses terhidrolisisnya sulfur tanah keluar pematang dan pengendapan sulfur terjadi pada daerah yang lebih rendah, sedangkan pada perlakuan A dan B, walaupun sulfur terhidrolisis sempurna tetapi secara gravitasi mengalir dari tempat yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan keluar melalui celah sisi pematang yang retak. Kondisi yang demikian sering terjadi selama budi daya udang di tambak tanah sulfat masam terutama pengaruh sulfur dalam bentuk H₂SO₄ yang dapat meningkatkan kemasaman dalam tambak sehingga membunuh udang yang dibudi daya.

Perbaikan pematang pada perlakuan A mempunyai nilai TPA dan TAA tanah yang lebih rendah daripada B dan C baik pada awal maupun akhir penelitian. Hal ini disebabkan dolomit yang ada dalam lapisan pematang mampu menurunkan Fe²⁺ yang merupakan sumber kemasaman pada tanah sulfat masam. Namun diprediksi bila butir-butir karbonat



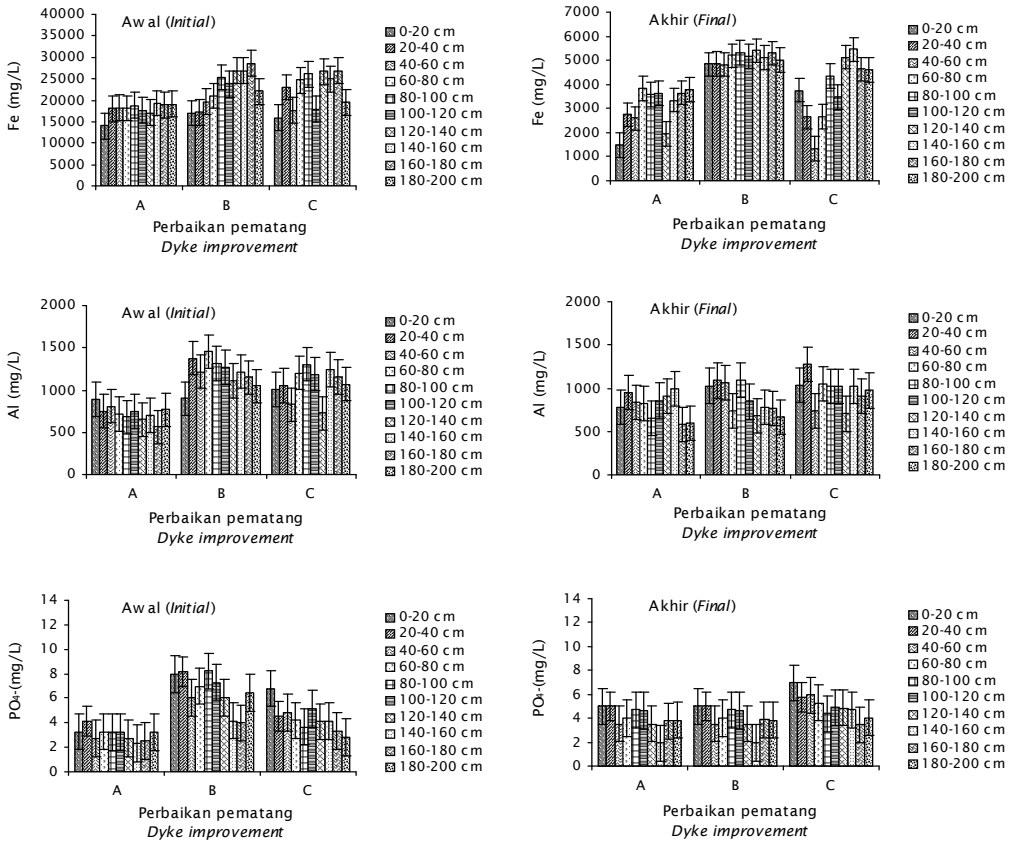
Gambar 1. Distribusi rata-rata pH_F , pH_{Fox} , pH_F-pH_{Fox} , dan S_{POS} pematang tambak TSM pada kedalaman berbeda (A. Pematang yang dilapisi dolomit; Pematang yang permukaannya ditambah dolomit; dan C. Pematang yang permukaannya dilapisi plastik)

Figure 1. The average distribution pH_F , pH_{Fox} , pH_F-pH_{Fox} and S_{POS} in Acid sulphate soil pond dyke (A. Dyke with dolomite layers; B. Dyke with dolomite application on surface, and C. Dyke with plastic application on surface)



Gambar 2. Distribusi rata-rata TPA, TAA, TSA, dan pirit pematang tambak TSM pada kedalaman tertentu. (A. Pematang yang dilapisi dolomit; Pematang yang permukaannya ditambah dolomit, dan C. Pematang yang permukaannya dilapisi plastik)

Figure 2. The average distribution TPA, TAA, TSA, and pyrite in Acid sulphate soil pond dyke (A. Dyke with dolomite layers; B. Dyke with dolomite application on surface, and C. Dyke with plastic application on surface)



Gambar 3. Distribusi Fe²⁺, Al³⁺, dan PO₄³⁻ pematang tambak tanah sulfat masam ada kedalaman tanah berbeda. (A. Pematang yang dilapisi dolomit; B. Pematang permukaannya ditambah dolomit; dan C. Pematang yang permukaannya dilapisi plastik)

Figure 3. The average distribution Fe²⁺, Al³⁺, and PO₄³⁻ in acid sulphate soil pond dyke (A. Dyke with dolomite layers; B. Dyke with dolomite application on surface and C. Dyke with plastic application on surface)

dalam dolomit yang diaplikasi pada pematang berkurang dan hilang dari kompleks koloid dan terlindi oleh air hujan atau terjadi perembesan pada pematang tambak dapat menghilangkan sebagian kation basa dalam tanah. Kondisi ini dalam jangka waktu tertentu dapat meningkatkan nilai TPA dan TAA seperti semula.

Dilaporkan oleh Pantjara (2004) bahwa tanah yang mempunyai nilai TPA >500 mol H⁺/ton tergolong tinggi dan berisiko besar karena dapat berpotensi kemasaman tambak yang sangat tinggi (pH<4) dan menurunkan alkalinitas serta terlarutnya senyawa toksik. Rata-rata TPA pematang yang terukur pada semua perlakuan melebihi kapasitas daya

dukung yang disarankan untuk budi daya tambak, sehingga untuk mengantisipasi terjadinya kemasaman tambak tersebut, perbaikan pematang seperti perlakuan A dan C cukup baik digunakan di tambak tanah sulfat masam dibandingkan pada perlakuan B. Namun demikian, perbaikan pematang di tambak tanah sulfat masam tidak akan efektif untuk keberhasilan budi daya udang windu bila tidak diimbangi dengan remediasi tanah dasar dan sumber air yang memadai baik kuantitas maupun kualitas air yang baik.

Nilai TAA pada perlakuan A lebih rendah baik pada pengamatan awal maupun akhir penelitian dibandingkan B dan C. Rendahnya

TAA disebabkan aplikasi dolomit pada lapisan pematang mampu menekan sumber-sumber kemasaman pada pematang tambak tanah sulfat masam. Demikian pula dengan TSA, pada perlakuan A mempunyai konsentrasi TSA yang lebih rendah pada akhir penelitian dengan kisaran 249,5 hingga 514 mol H⁺/ton dibandingkan B yang mencapai 533,67 hingga 1204,33 mol H⁺/ton dan C yang mencapai 324,83 hingga 722 mol H⁺/ton. Nilai TSA ini menunjukkan bahwa potensi kemasaman tanah sulfat masam di lahan penelitian tidak hanya ditentukan oleh konsentrasi Fe²⁺ dan Al³⁺, namun juga sulfur tanah yang berkontribusi besar dalam kemasaman tanah. Di dalam tanah sulfida bersifat immobil dan dapat bereaksi dengan Fe²⁺ dan diendapkan dalam bentuk FeS (Gianmarco *et al.*, 1997). Dalam kondisi yang teroksidasi, sulfur dalam tanah merupakan ikatan kovalen dengan 4 oksigen menjadi SO₄⁻. Menurut Sutanto (1995), pada tanah sulfat masam kemungkinan sulfur terikat dengan besi dan aluminium menghasilkan Fe₂(SO₄)₃ dan Al₂(SO₄)₃ yang bersifat mobil.

Konsentrasi pirit dan besi berfluktuasi pada setiap kedalaman pematang. Pada awal pengamatan pirit pada pematang tambak cenderung hampir sama antar perlakuan, namun pada akhir penelitian perlakuan A mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan B dan C. Diduga pelapisan dolomit di pematang bereaksi dengan Fe²⁺ dan SO₄⁻ sehingga pirit menjadi kurang tersedia dalam pematang. Berdasarkan hasil kajian terhadap pematang tambak, dapat diketahui senyawa tersebut terjadi perbedaan konsentrasi setiap lapisan kedalaman. Konsentrasi pirit pada pematang berpotensi untuk memasamkan air tambak bila hujan turun. Hasil analisis terhadap pirit tampak bahwa konsentrasinya berfluktuasi pada setiap kedalaman pematang tambak dan menunjukkan peningkatan konsentrasi pada kedalaman >80 cm.

Konsentrasi Fe²⁺ pada pematang di akhir penelitian mengalami penurunan yang signifikan pada semua perlakuan. Diduga menurunnya Fe²⁺ pada pematang disebabkan terjadi pelindian pada saat hujan sehingga pematang mengalami proses pencucian karena terhidrolisis oleh air hujan.

Konsentrasi Al³⁺ pada pematang tambak percobaan sangat tinggi > 500 mg/L. Tingginya konsentrasi Al³⁺ ini tidak mendukung untuk budi daya tambak, karena bila terlarut menyebabkan keracunan pada udang yang

dibudi daya. Selain itu, Al³⁺ di tanah sulfat masam sebagian terikat dengan sulfat. Sehingga berpotensi untuk memasamkan air tambak bila dijadikan pematang, karena adanya kelarutan Al³⁺ dan SO₄⁻. Pematang dengan pelapisan dolomit mampu mengurangi Al³⁺ tanah yaitu 653,67—889,17 mg/L (awal penelitian) dan 685,83—992,17 mg/L (akhir penelitian), sedangkan perbaikan pematang yang permukaannya ditambah dolomit konsentrasi Al³⁺ mencapai >1.000 mg/L baik pada awal dan akhir penelitian.

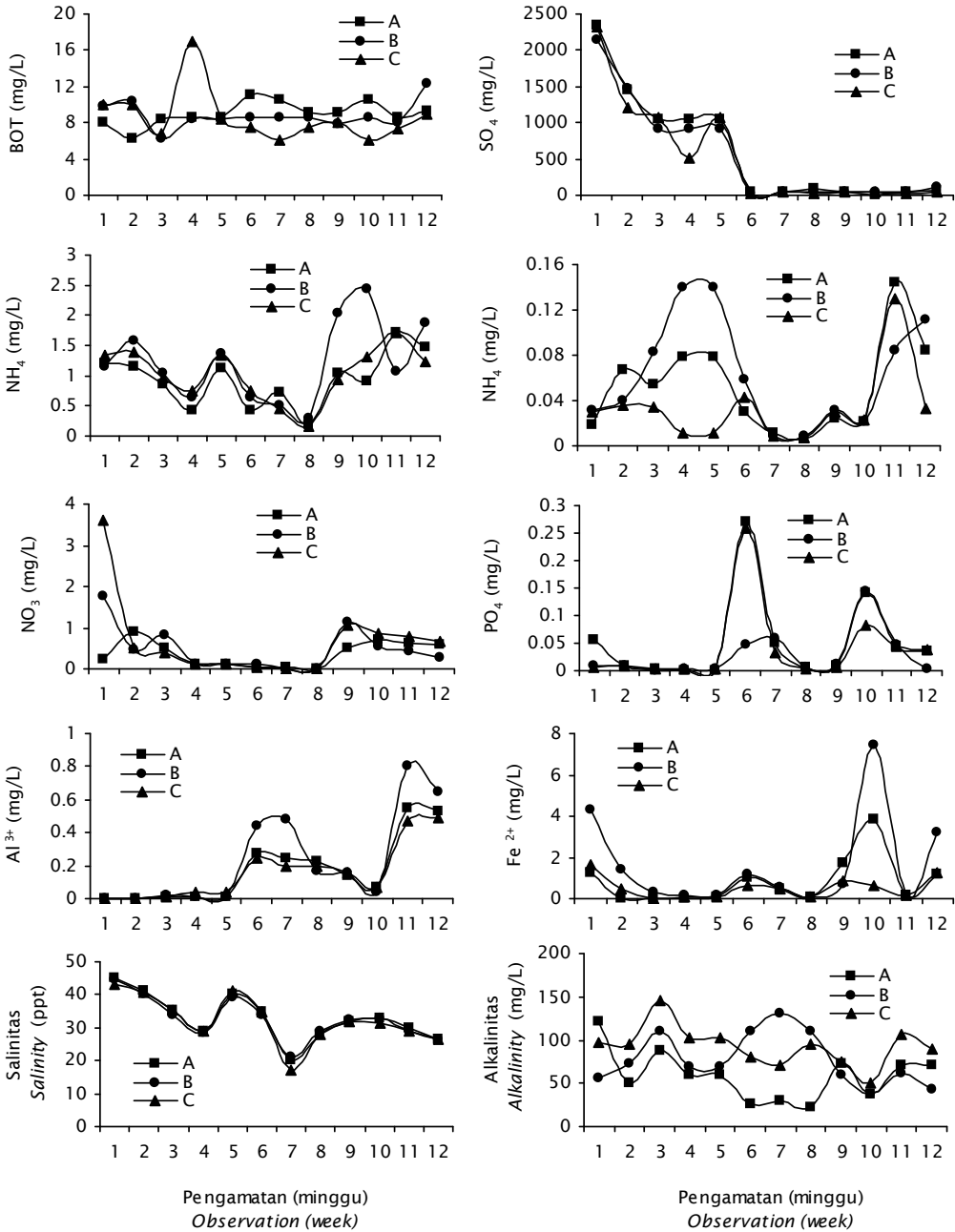
Kualitas Air

Kualitas air di dalam tambak sangat penting bagi kehidupan udang windu. Pada tambak tanah sulfat masam diketahui tanahnya berkualitas rendah sehingga dapat membantu menurunkan kualitas air di dalam tambak menyebabkan udang tidak mampu bertumbuh dengan normal bahkan kondisi air yang demikian menjadi sasaran utama berkembangnya mikroorganisme patogen atau parasit yang akhirnya menyerang udang yang dibudi daya.

Konsentrasi bahan organik terlarut dalam air cukup tinggi pada semua perlakuan (Gambar 4) sehingga menghambat penetrasi cahaya yang masuk dalam air. Pengamatan mingguan bahan organik terlarut dalam tambak selama budi daya memberikan pola yang berfluktuatif dan tergolong tinggi pada semua perlakuan. Hal ini disebabkan air yang digunakan untuk mengairi tambak penelitian berasal dari petak tandon yang ditumbuhi mangrove.

Konsentrasi SO₄²⁻ air stabil hingga minggu ke-6. Dari hasil penelitian tampak pada perlakuan pematang yang dilapisi dolomit dan pematang berlapis plastik mempunyai konsentrasi SO₄²⁻ yang lebih rendah dibandingkan pada perlakuan pematang yang hanya dikapuri permukaannya. Konsentrasi bahan organik terlarut dalam tambak yang berlebihan dapat mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Selama penelitian, konsentrasi bahan organik berfluktuasi dan tampak rendah pada pengamatan minggu ke-8. Meskipun berfluktuasi namun rata-rata bahan organik total pada tambak konsentrasinya NH₃ tergolong tinggi. Menurut Poernomo (1988), konsentrasi amonia kurang dari 0,1 mg/L cukup aman bagi kehidupan udang.

Konsentrasi NH₄⁺ air pada semua perlakuan cukup tinggi selama penelitian. Hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh konsentrasi bahan



Gambar 4. Fluktuasi kualitas air selama budi daya udang windu (A. Pematang yang dilapisi kapur; B. Pematang yang permukaannya ditambah dolomit; C. Pematang permukaannya dilapisi plastik)

Figure 4. The fluctuation of water quality during prawn culture (A. Dyke with dolomite layers; B. Dyke with dolomite application on surface and C. Dyke with plastic application on surface)

organik tanah yang tinggi. Proses dekomposisi bahan organik dalam tanah menghasilkan NH_4^+ dan NH_3^+ . Menurut Blodau & Moore (2003), bahwa tingginya konsentrasi NH_4^+ dalam tanah setelah dekomposisi bahan organik dapat berdampak pada munculnya senyawa NH_3 , CO_2 , H_2S , dan CH_4 dalam tambak. Lebih lanjut Boyd (1990), melaporkan bahwa NH_4^+ yang tinggi dapat terakumulasi dalam tubuh udang sehingga mengganggu proses metabolisme dan menyebabkan laju pertumbuhan menjadi lambat.

Proses nitrifikasi yaitu amonia menjadi nitrit dan nitrat oleh mikroorganisme dapat berlangsung dalam tanah maupun air dan lebih cepat terjadi pada kondisi oksidatif (Kim *et al.*, 2003). Hasil analisis nitrit selama penelitian berfluktuasi dan mempunyai pola yang sama pada semua perlakuan. Menurut Boyd (1990), bahwa konsentrasi nitrit yang aman bagi kehidupan udang adalah $<0,1 \text{ mg l}^{-1}$ dan optimum adalah 0 mg l^{-1} . Nitrit mempengaruhi suplai oksigen dalam jaringan dan sering ditemukan secara alami di lingkungan perairan. Menurut Pantjara *et al.* (2005), bahwa proses nitrifikasi terjadi karena lingkungan yang mendukung bakteri tanah melakukan aktivitasnya, terutama *Nitrosomonas* sp. sehingga mampu merubah NH_4^+ menjadi NO_2^- .

Nitrat dalam air merupakan indikator tingkat kesuburan di dalam tambak. Konsentrasi NO_3^- dalam air tergolong rendah dan berfluktuasi pada semua perlakuan. Hal ini disebabkan proses amonifikasi dan nitrifikasi dari NH_4^+ dan NO_2^- berjalan lambat. Konsentrasi nitrat yang optimum bagi udang windu adalah $<100 \text{ mg l}^{-1}$. NO_3^- -N cenderung menurun dengan lamanya periode perendaman. Hal ini disebabkan NO_3^- -N diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton.

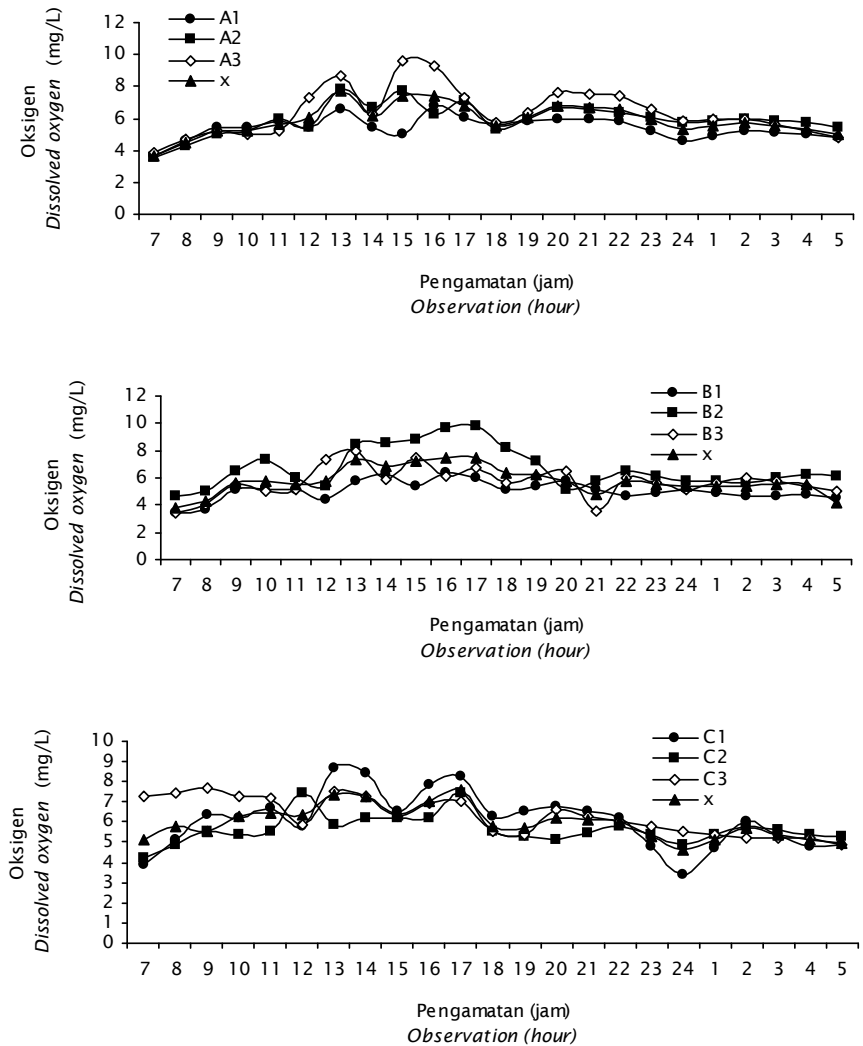
Konsentrasi aluminium dalam air yang tinggi dapat mengganggu kehidupan udang yang dibudi daya (Ritchie, 1989). Pada perlakuan B konsentrasi aluminium lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan A dan C, terutama pada minggu ke-6, 9, dan 11. Tingginya aluminium pada perlakuan B diduga menyebabkan banyak udang yang stres dan mati. Hasil penelitian pada perlakuan B menghasilkan sintasan 6,1%.

Konsentrasi besi dalam air meningkat seiring dengan lamanya perendaman air pada semua perlakuan. Pada pematang yang permukaannya dikapuri dolomit konsentrasi Fe lebih tinggi dibandingkan dengan pada pematang yang berlapis dolomit dan plastik.

Kelarutan Fe^{2+} dalam air disebabkan terjadinya proses oksidasi-reduksi dalam tanah yang banyak mengandung Fe dan akhirnya larut dalam air. Pada penelitian ini konsentrasi Fe^{2+} yang tinggi dan teroksidasi di tambak akan terlarut dalam air sehingga menurunkan kualitas air dan berdampak pada udang yang dibudi daya. Konsentrasi Fe^{2+} yang tinggi disebabkan tanah disangga oleh sulfat pada pH rendah sehingga Fe^{2+} tetap berada dalam larutan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan Fe^{2+} umumnya mencapai puncak setelah 2—5 minggu digenangi. Kelarutan besi yang tinggi mengakibatkan menurunnya alkalinitas air tambak. Alkalinitas yang rendah terjadi pada perlakuan B, terutama pada minggu ke 6-8. Pada alkalinitas yang rendah menyebabkan udang tumbuh dengan kulit yang agak lembek dan gerakannya kurang lincah. Menurut Pantjara (2004), Kondisi lingkungan seperti tambak tanah sulfat masam, udang tidak dapat hidup optimal, mudah stres, biasanya udang berada dalam tingkat yang kritis, karena kemampuan tubuh udang untuk memproduksi antibodi melawan patogen sangat rendah yang akhirnya mempengaruhi kerja enzim dan menghambat pertumbuhan udang. Sedangkan pada perlakuan A dan C, alkalinitas lebih stabil meskipun tetap berfluktuasi. Alkalinitas yang tinggi dan stabil dapat merangsang pertumbuhan udang yang dibudi daya diawali dengan ganti kulit udang.

PO_4 dalam air tambak selama penelitian tergolong rendah untuk menumbuhkan pakan alami meskipun dasar tambak telah dipupuk dengan TSP. Menurut Amin & Pantjara (2003), rendahnya pakan alami di tambak tanah sulfat masam karena pengaruh kemasaman dan adanya partikel koloid organik dan anorganik tanah dan larut dalam air dapat menyerap sebagian besar fosfor dalam tambak. Lebih lanjut Pantjara *et al.* (2005) melaporkan bahwa aplikasi pupuk fosfat pada tambak tanah sulfat masam yang telah dikapuri dengan dolomit dapat meningkatkan produktivitas primer yang diperlukan untuk pertumbuhan udang.

Konsentrasi oksigen terlarut dalam air menentukan kehidupan udang. Di tambak, peranan oksigen selain untuk respirasi organisme juga untuk mengoksidasikan bahan organik yang ada di dalam tambak. Hasil pengukuran oksigen terlarut berfluktuasi selama penelitian dan masih dalam batas yang toleran untuk budi daya udang windu (Gambar 5). Konsentrasi oksigen sering berfluktuasi dan dipengaruhi oleh keseimbangan tekanan



Gambar 5. Pengamatan oksigen selama 24 jam pada tambak tanah sulfat masam (A. Pematang yang dilapisi dolomit; B. Pematang yang permukaannya ditambah dolomit; C. Pematang yang permukaannya dilapisi plastik)

Figure 5. Oxygen observation during 24 hours in acid sulphate soil brackishwater pond (A. Dyke with dolomite layers; B. Dyke with dolomite application on surface, and C. Dyke with plastic application on surface)

parsial oksigen dalam air dan udara. Kebutuhan oksigen untuk respirasi udang tergantung ukuran bobot udang dan temperatur. Batas minimum oksigen di dalam tambak untuk pertumbuhan udang adalah 3 mg/L^{-1} .

Pertumbuhan dan Sintasan

Pertumbuhan bobot udang windu selama penelitian memperlihatkan peningkatan yang

tergolong lambat, bila dibandingkan dengan udang windu yang dipelihara di tambak yang baik (non sulfat masam). Hasil analisis statistik terhadap pertumbuhan bobot pada penelitian ini mengindikasikan bahwa perbaikan pematang belum memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap pertumbuhan bobot rata-rata udang windu hingga akhir penelitian (Tabel 1). Secara deskriptif pertumbuhan bobot rata-

Tabel 1. Pengaruh pematang tambak di tanah sulfat masam terhadap pertumbuhan bobot dan sintasan udang windu pertumbuhan dan sintasan
 Table 1. Influence of pond dyke in acid sulphate soil to weight growth and survival rate of tiger prawn

Perlakuan <i>Treatment</i>	Pertumbuhan bobot (g/ekor)/(%) <i>Weight gain (g/ind.)/(%)</i>	Sintasan <i>Survival rate</i>
A	20.90 ^a ± 4.993	29.86 ^a ± 2.738
B	23.17 ^a ± 3.329	6.10 ^b ± 1.626
C	20.57 ^a ± 2.173	28.84 ^a ± 2.134

Angka rata-rata dalam kolom dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

- A. Pematang yang berlapis kapur dolomit (*Dyke with dolomite layers*)
 B. Pematang yang permukaannya dikapuri kapur dolomit (*Dyke with dolomite application on surface*)
 C. Pematang yang permukaannya tertutup plastik (*Dyke with plastic application on surface*)

rata tertinggi terjadi pada perlakuan B yaitu 23,17 g/ekor, disusul kemudian pada perlakuan A dan C masing-masing adalah 20,90 g/ekor dan 20,57 g/ekor. Diduga pertumbuhan udang windu yang lambat di tambak tanah sulfat masam disebabkan oleh kondisi lingkungan yang jelek sebagai akibat rendahnya kualitas tanah yang berdampak pada menurunnya kualitas air yang rendah, terutama BOT, Fe^{2+} , Al^{3+} , NO_2^- dan NH_3^+ yang sangat tinggi.

Perbaikan pematang dengan lapisan dolomit pada pematang dan pematang yang berlapis plastik menghasilkan sintasan yang lebih tinggi dibandingkan pada pematang yang dikapuri hanya permukaannya. Sintasan udang yang diperoleh dalam penelitian ini masih tergolong rendah. Pada perlakuan A memberikan hasil sintasan sebesar 29,86%; disusul C sebesar 28,84%; sedangkan B hanya 6,10%.

Menurut Atjo (2006), yang telah melakukan survai penelitian di beberapa Kabupaten Sulawesi Selatan, budi daya udang windu dengan teknologi tradisional plus rata-rata sintasan adalah 31,2%; sedangkan teknologi tradisional menghasilkan rata-rata sintasan 28,2%.

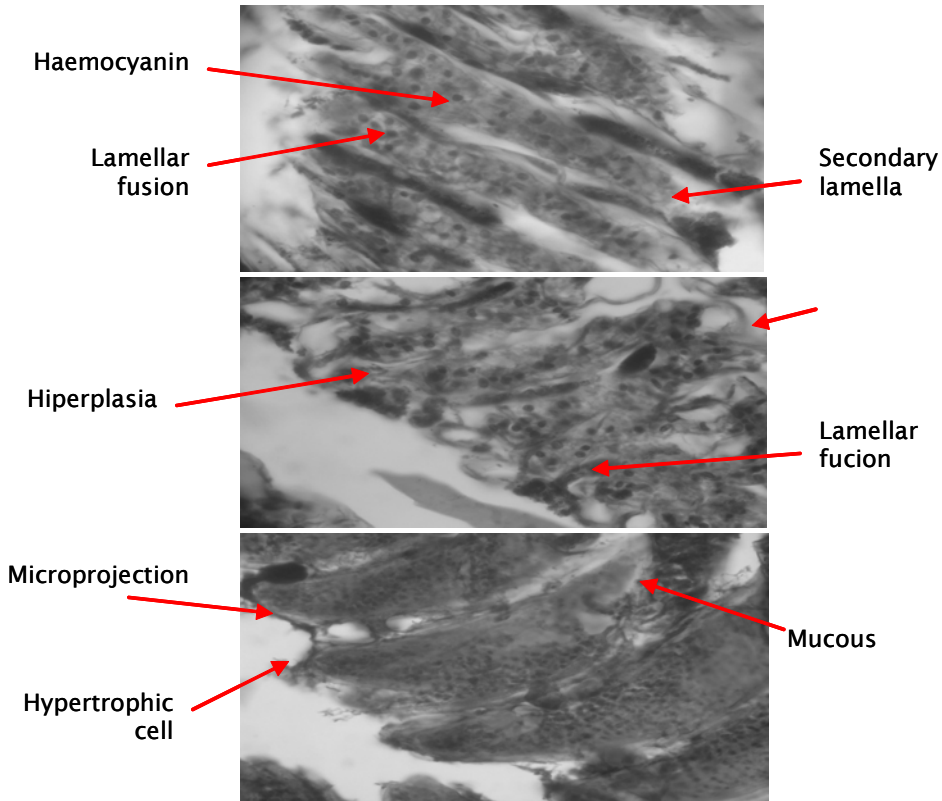
Tingginya kematian udang di tambak tanah sulfat masam diduga disebabkan terjadi pengikatan Fe^{2+} pada haemocyanin udang yang menyebabkan proses O_2 terhambat dan dapat memperlambat laju pertumbuhan bahkan kematian udang. Konsentrasi NO_2^- dalam air dapat meracuni udang, karena di dalam organ

udang dapat mengoksidasi Fe^{2+} di dalam sel darah sehingga kemampuan darah untuk mengikat oksigen menurun.

Pada insang, unsur tersebut dapat merusak lapisan endotel yang menyebabkan cairan sel merembes keluar dan terakumulasi secara abnormal pada jaringan. Rusaknya insang pada udang mengakibatkan proses metabolisme terganggu. Analisis histologi insang udang ditampilkan pada Gambar 6 dan tampaknya terjadinya kerusakan pada insang karena adanya perubahan progresif yang disebabkan oleh lingkungan tambak tanah sulfat masam. Kerusakan dimulai dari rusaknya sel-sel hipertropik dan mikroprojection pada permukaan lamela insang karena pengaruh agen fisik dan kimia yang menyebabkan keluarnya sel lendir hiperplastik dalam lamela utama dan lamellar fusion atau ephitelia hyperplasia pada lamella kedua sehingga terjadi kerusakan yang kronis dan terinfeksi oleh parasit dan bakteri. Menurunnya kualitas air di tambak menyebabkan udang tidak mampu bertumbuh dan berkembang dengan normal bahkan kondisi kualitas air yang demikian menjadi sasaran utama berkembangnya mikroorganisme patogen atau parasit yang akhirnya menyerang udang dibudi daya.

KESIMPULAN

1. Peningkatan produktivitas tambak di tanah sulfat masam dapat dilakukan dengan mengurangi unsur toksik yang larut dari pematang tambak dengan cara melapisi dolomit pada pematang atau melapisi plastik pada permukaan pematang.



Gambar 6. Pengamatan terhadap insang udang yang dibudi daya selama 84 hari di tambak tanah sulfat masam. (A. Pematang dilapisi dolomit; B. Pematang yang permukaannya ditambah dolomit; dan C. Pematang yang permukaannya dilapisi plastik (Davidson dan HE, X 40))

Figure 6. Observation on prawn gill for 84 days rearing in acid sulphate soil (A. Dyke with dolomite layers, Dyke with dolomite application on surface; C. Dyke with plastic application on surface (Davidson dan HE, X 40))

2. Pertumbuhan udang windu di tambak tanah sulfat masam dipengaruhi kondisi lingkungan terutama kualitas tanah yang rendah dan berdampak pada menurunnya kualitas air terutama bahan organik terlarut, Fe^{2+} , Al^{3+} , NO_2^- dan NH_3^+ .
3. Pertumbuhan bobot udang windu selama penelitian tergolong lambat dengan kisaran bobot rata-rata 20,57—23,17 g/ekor dan perbaikan pematang tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bobot udang. Sintasan tertinggi terjadi pada perlakuan pematang yang dilapisi dolomit dan dilapisi plastik, masing-masing mencapai 29,86% dan 28,84%; dan terendah pada pematang yang permukaannya dikapuri dolomit 6,1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. dan B. Pantjara. 2003. Pengaruh kapur terhadap pertumbuhan pakan alami di tambak tanah sulfat masam. Prosiding Seminar Nasional Penerapan Teknologi Spesifik Lokasi dalam Mendukung Pengembangan Sumberdaya Pertanian. PPPSEP. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. p. 385—390.
- Atjo, H. 2006. Pengaruh pengelolaan terhadap mutu benih dan kinerja budidaya udang windu, *Penaeus monodon* Fabr. di Sulawesi Selatan. Disertasi Doktor. Program Pasca Sarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar. 238 pp.
- Blodau, C. and T.R. Moore. 2003. Micro-scale CO_2 and CH_4 dynamics in a peat soil during

- a water fluctuation and sulfate pulse. *Soil Biology and Biochemistry*. 35: 535—547.
- Bowman, G.M. 1993. Amelioration of potential acid soil by pyrite removal: Micalo Island, New South Wales, Australia. In D.L. Dent and M.E.F. van Mensvoort (*Eds.*) Selected papers of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate soils. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Publication No. 53, Wageningen, The Netherlands. p. 31—42.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, Birmingham Publishing Co USA. 482 pp.
- Boyd, C.E. 1995. Bottom soils sediment and pond soil aquaculture. Chapman & Hall. Auburn University Alabama. 347 pp.
- Chanratchakool, P., J.F. Turnbull., S.J. Funge-Smith., I.H. MacRae., and C. Limsuwan. 1998. Health management in prawn ponds. Aquatic Animal Health Research Institute. 152 pp.
- Gianmarco, G., R. Azzoni., M. Bartoli., and P. Viaroli. 1997. Seasonal variations of sulphate reduction rates, sulphur pools and iron availability in the sediment of a dystrophic lagoon (Sacca di Goro, Italy). *Water, Air and Soil Pollution*. 99: 363—371.
- Dent, D.L. 1986. Acid sulphate soils: a base line for research and development. ILRI, Wageningen. 204 pp.
- Hanafi, A. 1998. The status of acid sulfate soil in Indonesia with special of reference to coastal aquaculture. Review paper. Research Institute for Coastal Fisheries, Maros. 20 pp.
- Kim, S-K., I. Kong., B-H. Lee, L. Kang, M-G Lee, and K.H. Suh. 2003. Removal of ammonium-N from a recirculation aquacultural system using an immobilized nitrifier. *Aquacultural Engineering*. 21: 139—150.
- Notohadiprawiro, T. 2000. *Tanah dan Lingkungan*. Pusat Studi Gajah Mada. 187 pp.
- Pantjara, B. 2004. Pengaruh remediasi tanah sulfat masam dan aplikasi kapur terhadap respon benur windu *Penaeus Monodon*. Prosiding Konferensi Nasional IV, Pengelolaan Sumberdaya Perairan Umum, Pesisir, Pulau-Pulau Kecil dan Laut Indonesia. KONAS IV-KALTIM. II: 1—18.
- Pantjara, B. 2005. Komoditas perspektif di tambak tanah sulfat masam. Makalah Diseminasi Tambak Tanah Sulfat Masam di Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. 23 Agustus 2005. 17 pp.
- Pantjara, B., M.N. Nessa, W. Monoarfa, dan I. Djawad. 2005. Dampak perbaikan pematang tambak tanah sulfat masam untuk produksi tokolan udang windu. Prosiding Konferensi Nasional Akuakultur 2005. Masyarakat Akuakultur Indonesia, Universitas Diponegoro, Semarang. p. 220—228.
- Pantjara, B. 2007. Kajian pematang tambak tanah sulfat masam terhadap peningkatan produktivitas udang windu, *Penaeus monodon*. Disertasi Doktor, pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian Jurusan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar. 177 pp.
- Poernomo, A. 1988. Paket teknologi tanah masam di tambak. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 4(4): 100—103.
- Poernomo, A. 1992. Pemilihan lokasi tambak udang berwawasan lingkungan, Seri Pengembangan Hasil Penelitian No.PHP/Kan/Patek/004/1992. 40 pp.
- Ritchie, G.S.P. 1989. The chemical behaviour of aluminium, hydrogen and manganese in acid soils. *Soil acidity and plant growth*, Academic Press, Australia. p. 1—49.
- Smith, P.T. 1996. Physical and chemical characteristic of sediment from prawn farm and mangrove habitation on the Clerence river, Australia. *Aquaculture*. 146: 47—83.
- Sutanto, R. 1995. Pedogenesis, Fisika-kimia tanah, konsep perkembangan tanah, pembentukan horizon diagnostik. FP. Universitas Gadjah Mada, Yogya. 194 pp.
- White, I., M.D. Melville, B.P. Wilson, and J. Sammut. 1997. Reducing acidic discharge from coastal wetlands in estern Australia. *Wetlands Ecology and Management*. 5: 55—72.
- White, I., M.D. Melville, and The Earth Foundation Australia. 2000. Acid sulfate soils facing the challenges (Monographs 1). Earth Foundation Australian. 55 pp.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D.A. Suriadikarta, dan A.S. Karama. 1992. Sumberdaya lahan rawa: Potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. *Dalam* S. Partohardjono dan M. Syam (*Eds.*), Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. p. 19—38.