

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

## PEMANFAATAN LIMBAH TAMBAK UDANG SUPER-INTENSIF SEBAGAI PUPUK ORGANIK UNTUK PERTUMBUHAN BIOMASSA KELEKAP DAN NENER BANDENG

Hidayat Suryanto Suwoyo<sup>#</sup>, Mat Fahrur, Makmur, dan Rachman Syah

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau

### ABSTRAK

Padat penebaran yang tinggi pada sistem budidaya super-intensif memberikan konsekuensi pada beban limbah yang dapat memengaruhi kelayakan habitat udang, serta lingkungan hidup perikanan di sekitar wilayah budidaya. Limbah padat sedimen tambak udang super-intensif berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan kelekap dan nener ikan bandeng yang diberikan pupuk organik limbah tambak udang super-intensif (POLTASI) yang dibandingkan dengan pupuk organik komersil. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diaplikasikan adalah pupuk organik komersil (A), POLTASI (B), pupuk Urea + SP-36 + pupuk komersil (C), pupuk Urea + SP-36 + POLTASI (D), dan kontrol (tanpa pupuk) (E). Dosis pupuk yang diaplikasikan adalah urea 200 kg/ha, SP-36 sebanyak 100 kg/ha, dan pupuk organik (komersil dan POLTASI) sebanyak 2.000 kg/ha. Peubah yang diamati yakni produksi biomassa kelekap, komposisi jenis dan kelimpahan jumlah individu plankton penyusun kelekap, pertumbuhan dan sintasan nener bandeng, serta pengamatan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produksi biomassa kelekap yang dihasilkan dari POLTASI sebesar 3,94 g/100 cm<sup>2</sup> yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan pupuk organik komersil dan kombinasinya dengan pupuk an-organik namun berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan kontrol. Kelas plankton yang dominan sebagai penyusun kelekap adalah kelas *Cyanophyceae* dan *Bacillariophyceae*. Aplikasi POLTASI secara tunggal dan kombinasinya dengan pupuk an-organik menghasilkan sintasan nener yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan pupuk organik komersil, namun pertumbuhan nener cenderung lebih baik, khususnya pada kombinasi POLTASI dengan pupuk an-organik. Kisaran kualitas air selama penelitian masih mendukung untuk pertumbuhan kelekap dan nener bandeng.

**KATA KUNCI:** kelekap; pupuk organik; limbah padat; nener bandeng; super-intensif

**ABSTRACT:** *The utilization of superintensive shrimp pond waste as organic fertilizer for klekap and milkfish growth. By: Hidayat Suryanto Suwoyo, Mat Fahrur, Makmur, and Rachman Syah*

*The high stocking density in a superintensive aquaculture system results a consequence on the waste load of waste as a side product of farming activities that may affect the feasibility of shrimp habitat and the environment. The sediment solid waste of superintensive shrimp pond has the potentiality to be used as the organic fertilizer raw material. This study aims to evaluate the response of organic fertilizer produced from superintensive pond waste on the klekap production and milkfish growth. The study used a completely randomized design with five treatments and three replications. The treatments were consisted of commercial organic fertilizer (A); organic fertilizer resulted from superintensive waste (POLTASI) (B); urea + SP-36 + commercial organic fertilizer (C); urea + SP-36 + POLTASI (D); and control (without fertilizer) (E). The dosage of fertilizers applied were urea (200 kg/ha), SP-36 (100 kg/ha), commercial organic fertilizer (2,000 kg/ha), and POLTASI (2,000 kg/ha). The parameters observed were biomass of klekap, composition of plankton, growth and survival of milkfish, and water quality condition. Funding showed that the production average of klekap biomass of B treatment was 3.94 g/100 cm<sup>2</sup>. The klekap production of this B treatment did not significantly different to that of other treatments except the control. The most dominant plankton found was from the classes *Cyanophyceae* and *Bacillariophyceae*. A single and combination application of POLTASI with inorganic fertilizers produced not significantly different on survival of milkfish ( $P > 0.05$ ) with commercial*

<sup>#</sup> Korespondensi: Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Jl. Makmur Dg. Sitakka No.129, Maros 90512, Sulawesi Selatan, Indonesia. Tel.: + (0411) 371544  
E-mail: [yayhat\\_95@yahoo.com](mailto:yayhat_95@yahoo.com)

*organic fertilizers. Nevertheless, the growth of milkfish tend better on the application of POLTASI, especially in its combination with inorganic fertilizers. Water quality measured during the experiment was suitable for the growth of klekap and milkfish.*

**KEYWORDS:** *klekap; organic fertilizer; solid waste; milkfish fry; superintensive*

## PENDAHULUAN

Budidaya udang vaname super-intensif sepenuhnya mengandalkan masukan pakan berupa pelet yang mencapai kisaran 60%-70% dari biaya operasional (Atjo, 2013; Rachmansyah *et al.*, 2013). Sistem budidaya ini memberikan konsekuensi pada beban limbah sebagai dampak kegiatan budidaya yang dapat memengaruhi kelayakan habitat udang, serta lingkungan hidup perikanan. Rachmansyah *et al.* (2013) mengemukakan bahwa sisa pakan akan menghasilkan limbah sedimen yang komposisinya terdiri atas bahan organik dan anorganik. Bahan organik terdiri atas protein, karbohidrat, dan lemak sedangkan anorganik terdiri atas partikel lumpur. Sejalan dengan pertumbuhan udang maka jumlah pemberian pakan semakin bertambah dan sisa pakan juga akan meningkat. Apabila hal ini terus berlangsung maka limbah sedimen yang mengendap di dasar akan mengalami proses penguraian (dekomposisi) menghasilkan nitrat, nitrit, amonia, karbondioksida, dan hidrogen sulfida. Kandungan ini apabila di atas ambang batas akan memengaruhi kualitas air dan membahayakan sintasan udang (Lemonnier & Brizard, 2001), sehingga pembuangan limbah hendaknya dilakukan secara periodik.

Jumlah limbah sedimen yang dihasilkan di dalam tambak udang dengan kepadatan 1.250 ekor/m<sup>2</sup> sebesar 21,9 ton; dan pada tambak dengan kepadatan udang 1.000 ekor/m<sup>2</sup> dan 750 ekor/m<sup>2</sup> masing-masing sebanyak 20,3 ton dan 18,2 ton (Suwoyo *et al.*, 2015). Limbah sedimen padat tersebut dapat menjadi peluang sekaligus potensi dampak negatif bila tidak dikelola dengan baik. Limbah padat sedimen tambak udang super intensif memiliki kandungan nutrisi (unsur hara) yang cukup tinggi seperti N total 0,67%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4,78%; K<sub>2</sub>O 1%; C-organik 17,84%; pH 6,25; dan kadar air 15,60%; sehingga berpotensi digunakan sebagai pupuk organik sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011.

Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi tambak ikan atau udang adalah melalui pemupukan. Pada prinsipnya pemupukan perairan adalah menambahkan zat hara yang sangat diperlukan oleh tanaman air sehingga produksi pakan alami untuk ikan atau udang dapat ditingkatkan. Pupuk yang digunakan biasanya pupuk buatan, seperti urea dan TSP atau pupuk organik seperti dedak dan kotoran ayam (Andarias, 1991). Pupuk organik dan anorganik masing-

masing memiliki kelebihan dan kelemahan, namun penggunaannya secara bersama-sama akan dapat saling melengkapi. Dasar pemupukan tambak baik pupuk organik dan an-organik tergantung pada kondisi tanah, tingkat kesuburan tanah dasar, tingkat teknologi budidaya, dan musim penebaran, serta jarak jauh dekatnya tambak dari laut (Atmomarsono *et al.*, 2013). Pertumbuhan tanaman air (plankton) tidak dikendalikan oleh total unsur hara yang tersedia, tetapi dikendalikan oleh unsur hara yang paling sedikit (faktor pembatas). Pemupukan rasional spesifik lokasi adalah memberikan jenis hara yang memang kurang ke dalam tanah melalui pemupukan (N, P, K) dengan dosis sesuai kebutuhan tanaman pada lokasi/kondisi kesuburan spesifik (Suyanto, 2010).

Dalam lingkungan tambak, terdapat beberapa jenis makanan alami yang penting dalam menunjang pertumbuhan udang dan ikan bandeng, khususnya pada tahap awal dari pemeliharaan ikan bandeng. Jenis tersebut adalah kelekak, plankton, dan organisme dasar (benthos) (Kusnendar & Sudjiharno, 1984). Kelekak merupakan kumpulan jasad renik yang tumbuh di permukaan dasar tambak, di antaranya terdiri atas alga biru, bentos, diatom, bakteri, dan jasad renik hewani. Kelekak membentuk suatu lembaran berwarna coklat, coklat kehijauan, hijau kekuningan, sampai hijau kebiruan, tergantung pada jenis dan persentase alga penyusunnya (Murtidjo, 1988). Kandungan kelekak meliputi kandungan air 87,1%; protein 2,9%; lemak 0,9%; nitrogen 2,3%; dan abu 6,5% (Tacon, 1987).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan limbah padat budidaya udang super-intensif sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan kelekak dan pemeliharaan benih bandeng.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Basah, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros-Sulawesi Selatan menggunakan wadah *styrofoam* berukuran 70 cm x 37 cm x 26 cm sebanyak 15 buah. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah pupuk organik komersil (A), pupuk organik limbah tambak super intensif (POLTASI) (B), pupuk urea + SP-36 + pupuk organik komersil (C), pupuk urea + SP-36 + POLTASI (D), dan kontrol (tanpa pupuk) (E). Dosis pupuk urea adalah 200 kg/ha, SP-36 sebanyak 100 kg/ha, dan pupuk

organik (komersil dan POLTASI) masing-masing sebanyak 2.000 kg/ha.

Sebelum aplikasi perlakuan pupuk, dilakukan persiapan media penumbuhan kelekap. Media tanah penumbuh kelekap yang diambil dari tambak di Marana; diaduk secara merata agar homogen, kemudian dimasukkan ke dalam wadah percobaan setebal 5 cm. Untuk mengetahui kualitas tanah awal, sampel diambil dari setiap wadah percobaan dan dikompositkan. Peubah kualitas tanah yang dianalisis meliputi tekstur tanah, pH, redoks potensial, bahan organik, dan total nitrogen. Penumbuhan kelekap dimulai dari pengeringan tanah selama 2-3 hari sampai tanah retak-retak, dilanjutkan dengan aplikasi pupuk dasar sesuai perlakuan dan pengisian air payau (25 ppt) setinggi 3 cm. Selama proses penumbuhan kelekap, ketinggian air dinaikkan sampai 15 cm (Ilyas *et al.*, 1987; Mustafa & Sammut, 2007). Sampel kelekap diambil pada hari ke-14 dan hari ke-28 setelah pemupukan, menggunakan bantuan pipa paralon berukuran diameter 1 inci. Posisi contoh kelekap diambil pada tiga titik yang sama secara diagonal. Sampel kelekap diawetkan dengan larutan lugol dan dianalisis di laboratorium.

Setelah penumbuhan kelekap berlangsung selama empat minggu, nener bandeng berukuran rata-rata 0,0073 g/ekor ditebar dengan padat penebaran 30 ekor/wadah. Penelitian pemeliharaan nener bandeng ini berlangsung selama empat minggu. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan biomassa kelekap mengacu metode bobot kering abu (Bantillo, 1983) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produki kelekap (g/cm}^2\text{)} = \frac{\frac{n}{s} \left( \frac{W}{T-Q} \times T \right)}{A}$$

di mana:

- n = bobot hilang setelah pengabuan (g)
- s = sub-sampel yang diambil untuk pengabuan (g)
- W = bobot kering setelah dikering *oven*-kan pada suhu tetap 105°C (g)
- T = bobot basah (awal) kelekap (g)
- Q = bobot kelekap yang diambil untuk analisis kualitatif (g)
- A = luas area yg di-*sampling* (luas permukaan alat *sampling*) (cm<sup>2</sup>)

Identifikasi jasad penyusun kelekap dilakukan sampai pada tingkat genera dengan bantuan buku Newell & Newell (1977) dan Yamaji (1976). Kelimpahan jasad penyusun kelekap dihitung di bawah mikroskop dengan menggunakan alat bantu SRC (*Sedgwick rafter counter cell*) dengan modifikasi rumus APHA (2005).

Bobot nener bandeng diukur setiap dua minggu sekali dengan cara menimbang satu per satu sampel

ikan uji menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,0001 g dan dihitung jumlahnya. Pengukuran kualitas air meliputi: suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, nitrit, nitrat, TAN, dan fosfat dilakukan setiap minggu. Sedangkan sintasan nener bandeng dihitung pada akhir penelitian.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respons biologi kelekap dan nener bandeng, maka data pertumbuhan biomassa kelekap, pertumbuhan dan sintasan nener bandeng dianalisis ragam (ANOVA), dan apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan Uji Tukey. Sedangkan data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN BAHASAN

### Karakteristik Media Tumbuh Kelekap

Hasil analisis tanah awal menunjukkan bahwa media tumbuh kelekap memiliki tekstur lempung berdebu, pH *fresh* 7,5; potensial redoks 104,3; kandungan bahan organik 5,90%; C organik 3,42%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 87,42 mg/L; PO<sub>4</sub>-P 116,97 mg/L; dan TN 0,08%. Dari karakteristik tanah tersebut menunjukkan bahwa media tanah yang digunakan dalam penelitian dikategorikan layak untuk penumbuhan kelekap. Ilyas *et al.* (1987) menyatakan bahwa kelekap tumbuh baik pada tanah tambak dengan tekstur lempung liat berpasir. Angudong (1983) melaporkan kepadatan kelekap tertinggi didapatkan pada tambak dengan kandungan bahan organik 5%-16%. Menurut Tarunamulia & Kamariah (2014), produksi kelekap tertinggi didapatkan pada kategori lahan tanah tambak dengan kandungan liat sedang (25%), kemasaman rendah (6,79), dan bahan organik sedang (10,8%).

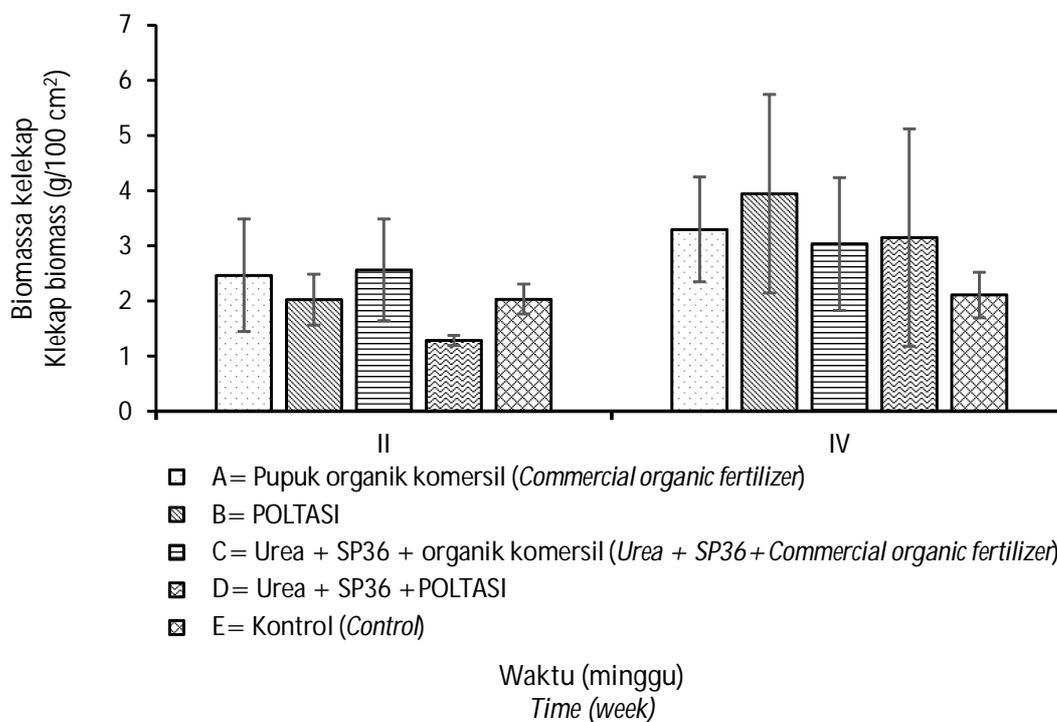
### Produksi Biomassa Kelekap

Hasil pengamatan produksi biomassa kelekap selama empat minggu pemeliharaan bervariasi dan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya waktu pemeliharaan untuk semua perlakuan (Gambar 1). Rata-rata produksi biomassa kelekap tertinggi pada minggu kedua didapatkan pada perlakuan C (pupuk urea + SP-36 + pupuk organik komersil) sebesar 2,46 g/100 cm<sup>2</sup> kemudian disusul perlakuan A (pupuk organik komersil), E (kontrol), B (POLTASI) masing-masing sebesar 2,46 g/100 cm<sup>2</sup>; 2,03 g/100 cm<sup>2</sup>, dan 2,02 g/100 cm<sup>2</sup>; dan terendah pada perlakuan D (pupuk urea + SP-36 + POLTASI) yakni 1,28 g/100 cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada minggu keempat terlihat adanya peningkatan produksi biomassa kelekap pada semua perlakuan. Rata-rata produksi biomassa kelekap tertinggi didapatkan pada perlakuan B (pupuk POLTASI) yakni 3,94 g/100 cm<sup>2</sup> kemudian disusul perlakuan A (pupuk organik komersil), D (pupuk urea + SP-36 +

POLTASI), dan C (pupuk urea + SP-36 + pupuk organik komersil) masing-masing sebesar 3,29 g/100 cm<sup>2</sup>; 3,15 g/100 cm<sup>2</sup>; dan 3,03 g/100 cm<sup>2</sup>. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi pupuk memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan biomassa kelekap. Perlakuan A, B, C, dan D tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ), namun keempat perlakuan tersebut berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap perlakuan kontrol (E) dengan produksi kelekap terendah yakni 2,10 g/100 cm<sup>2</sup>. Rata-rata produksi biomassa kelekap yang diperoleh cenderung meningkat mulai minggu kedua hingga minggu keempat. Menurut Untarso (1987), bahwa populasi kelekap meningkat sejak awal percobaan dan mencapai puncaknya pada minggu ketiga, selanjutnya menurun pada minggu-minggu berikutnya. Pupuk POLTASI baik diaplikasikan secara tunggal maupun campuran dengan urea dan SP-36, menghasilkan performa biomassa kelekap yang lebih baik dibandingkan pupuk organik komersil dan campurannya. Hal ini mengindikasikan bahwa pupuk POLTASI layak dijadikan alternatif pupuk organik untuk tambak tradisional. Hasil analisis karakteristik POLTASI menunjukkan bahwa seluruh parameter uji menghasilkan kisaran nilai yang sesuai untuk pupuk organik seperti yang dipersyaratkan oleh PERMENTAN untuk pupuk organik padat. Karakteristik pupuk yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Produksi biomassa kelekap yang diperoleh dalam penelitian ini tidak jauh berbeda dari hasil penelitian Tarunamulia & Kamariah (2014) yang mendapatkan produksi kelekap tertinggi sebesar 3,33 g/100 cm<sup>2</sup>. Rata-rata produksi kelekap yang diperoleh dari penelitian ini lebih rendah dari penelitian Rachmansyah & Pantjara (1989) yang mendapatkan rata-rata produksi biomassa kelekap pada masing-masing perlakuan aplikasi kapur 600 kg/ha, 800 kg/ha, dan 1.000 kg/ha adalah 6,38 g/100 cm<sup>2</sup>; 10,18 g/100 cm<sup>2</sup> dan 8,95 g/100 cm<sup>2</sup>. Dosis kapur limbah pabrik kertas yang diaplikasikan berpengaruh nyata terhadap produksi biomassa kelekap. Sementara Parellang (1993) mendapatkan produksi biomassa kelekap rata-rata sebesar 4,88 g/100 cm<sup>2</sup> pada masa pemeliharaan udang windu selama tiga minggu dan produksi biomassa kelekap rata-rata menurun pada minggu kelima sebesar 3,00 g/100 cm<sup>2</sup>.

Raswin (2003) mengemukakan bahwa baik buruknya pertumbuhan fitoplankton di dalam tambak pembesaran ditentukan oleh kondisi persiapan tambak tersebut. Pemupukan tanah dasar akan menyebabkan dasar tambak menjadi subur sehingga tanaman air khususnya alga biru dapat tumbuh dengan baik. Kesuburan akan menurun seiring dengan bertambahnya masa pemeliharaan. Oleh karena itu, kesuburan air tambak ini sebaiknya dipantau pula agar



Gambar 1. Rerata produksi biomassa kelekap (g/100 cm<sup>2</sup>) dengan aplikasi pupuk yang berbeda  
 Figure 1. Average biomass production of kelekap with different types of fertilizers

Tabel 1. Hasil analisis karakteristik POLTASI, pupuk organik komersil, urea, dan SP-36  
 Table.1. Biochemical properties of POLTASI, commercial organic fertilizer, urea, and SP-36

Variabel Variable	Urea	SP-36	Pupuk organik komersil Commercial organic fertilizer	POLTASI	PERMENTAN No. 70/Permentan/SR.140/10/2011
N-Total (%)	46	-	-	0.68	Hara makro; minimal 4%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	-	36	-	4.78	(N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O)
S (%)	-	5	-	-	-
K <sub>2</sub> O (%)	-	-	-	1.00	-
pH	-	-	4.9	6.25	4-9
C-organik C-organic (%)	-	-	15	17.84	Minimal 15
Kadar air Water content (%)	-	-	8.2	15.6	15-25
C/N	-	-	15.25	26	15-25
Fe (mg/L)	-	-	-	4,455	Maksimum 9.000 (Maximum 9,000)
Mn (mg/L)	-	-	-	1	Maksimum 5.000 (Maximum 5,000)
Cu (mg/L)	-	-	-	22	Maksimum 5.000 (Maximum 5,000)
Zn (mg/L)	-	-	-	183	Maksimum 9.000 (Maximum 9,000)
Pb (mg/L)	-	-	-	13	Maksimum 50 (Maximum 50)
Cd (mg/L)	-	-	-	4	Maksimum 2 (Maximum 2)
Co (mg/L)	-	-	-	4	Maksimum 700 (Maximum 700)

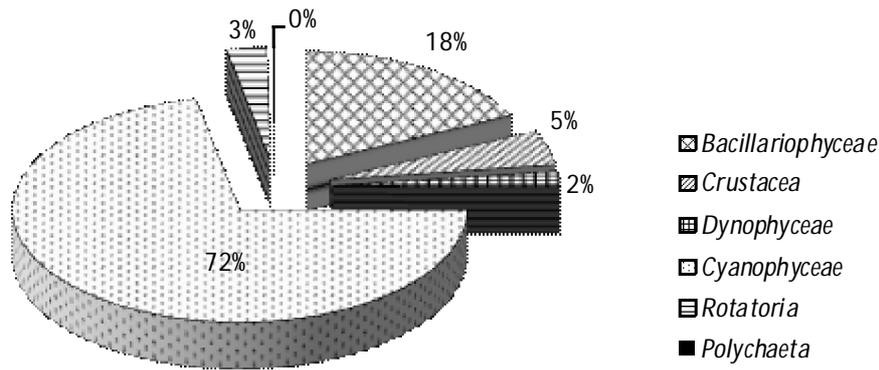
dapat diketahui kapan waktu yang tepat untuk dilakukan pemupukan ulang. Pada penyiapan tambak yang kurang sempurna, terutama dasar tambak kurang kering, kelekap yang tumbuh biasanya kurang kuat melekat di dasar tambak, akibatnya pada saat siang hari ketika dasar mengandung gelembung-gelembung oksigen hasil fotosintesis, kelekap terangkat naik ke permukaan air. Kelekap selanjutnya terapung-apung mengikuti arah angin dan mengumpul di salah satu sisi atau sudut tambak. Kelekap kembali turun ke dasar tambak pada sore dan malam hari.

### Biota Penyusun Kelekap

Presentasi komposisi plankton penyusun kelekap pada semua perlakuan aplikasi pupuk berdasarkan kelas disajikan pada Gambar 2. Jenis plankton penyusun kelekap yang didapatkan selama penelitian terdiri atas fitoplankton dan zooplankton. Jumlah jenis dan individu fitoplankton didapatkan lebih besar dibandingkan dengan zooplankton. Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa persentasi kelas tertinggi didapatkan pada kelas *Cyanophyceae* sebanyak 71,8%; kemudian *Bacillariophyceae* sebanyak 17,8%; selanjutnya *Crustacea* 5,0%; *Rotatoria* 2,9%; *Dyanophyceae* 2,2%; dan *Polychaeta* 0,2%. Hasil penelitian ini sesuai dengan pengamatan Murtidjo (1988) bahwa kelekap tumbuh di dasar tambak dengan penyusun utamanya adalah *Oscillatoria* dan *Diatomae*. Apabila air tambak berwarna hijau berarti jumlah *Oscillatoria* lebih banyak dari

*Diatomae*. Sebaliknya jika berwarna kecoklatan maka *Diatomae* lebih banyak dari *Oscillatoria*.

Hasil penelitian tersebut sejalan dengan hasil pengamatan Untarso (1987) yang mendapatkan genus komponen organisme penyusun kelekap terdiri atas: *Cyanophyceae* (*Oscillatoria*, *Spirulina*, *Chorococcus*, dan *Lyngbya*) dan *Bacillariophyceae* (*Skeletonema*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Coscinodiscus*, *Pinnularia*, *Amphora* sp., dan *Thalasiothrix*). *Chlorophyceae* hanya terdiri atas *Protococcus*. Rachmansyah & Pantjara (1989) juga mengemukakan bahwa kelekap yang tumbuh terdiri atas alga kersik dan alga biru. Kelompok alga kersik terdiri atas *Navicula*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Nitzschia*, dan *Amphora*. Kelompok alga biru terdiri atas *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Phormidium*, dan *Trichodesmium*, dengan jenis plankton yang dominan adalah *Oscillatoria*. Rudyanti *et al.* (2010) mendapatkan komposisi alga penyusun kelekap yang ditemukan pada tambak di Desa Banggi, Rembang terdiri atas enam kelas yang terdiri atas 19 genera yaitu *Chlorophyceae* (tiga genera), *Bacillariophyceae* (sembilan genera), *Cyanophyceae* (empat genera), *Desmidiaceae* (satu genera), *Ciliata* (satu genera), dan *Dynophyceae* (satu genera). Aziz *et al.* (2015) mendapatkan komposisi fitoplankton di tambak ikan bandeng yang terdiri atas lima kelas dan 17 genera fitoplankton yakni *Chlorophyceae* (dua genera), *Cyanophyceae* (enam genera), *Bacillariophyceae* (lima genera), *Dinophyceae* (tiga genera), dan *Euglenophyceae*



Gambar 2. Komposisi plankton penyusun kelekap berdasarkan kelasnya (%)  
 Figure 2. The plankton composition in the klekap based on its class (%)

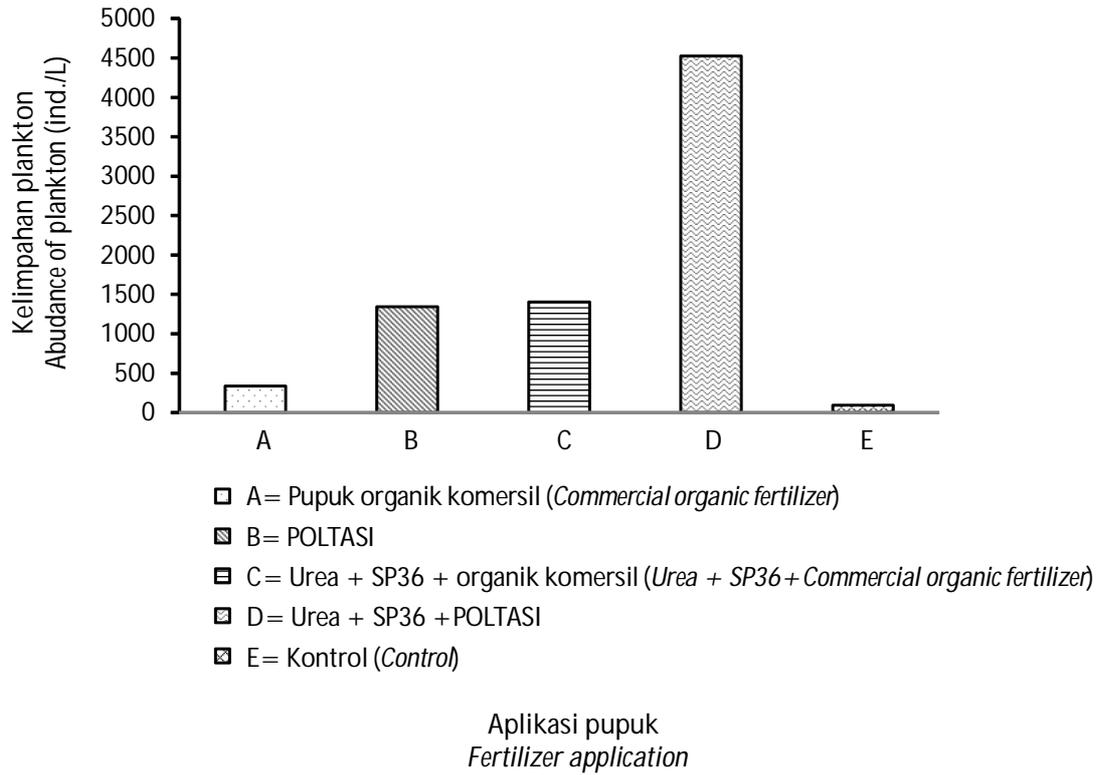
(satu genera). Amanu (2015) mendapatkan komposisi plankton yang ditemukan di dua tambak dan danau sebagai air sumber yakni sebanyak tujuh kelas fitoplankton yakni *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae*, *Conjugatophyceae*, *Dinophyceae*, dan *Cryptophyceae*. Tiga kelas yang pertama merupakan fitoplankton yang dominan ditemukan masing-masing terdiri atas 17 genera, sembilan, dan lima genera.

Komposisi plankton penyusun kelekap menunjukkan jumlah fitoplankton lebih besar dibanding dengan zooplankton. Jumlah jenis fitoplankton tertinggi diperoleh pada perlakuan E yakni sembilan genera, menyusul perlakuan C dan D masing-masing tujuh genera dan terendah pada perlakuan A dan B sebanyak enam genera. Sedangkan jumlah genera zooplankton tertinggi diperoleh pada perlakuan A sebanyak tiga genera, kemudian perlakuan B, D, dan E masing-masing dua genera dan perlakuan C sebanyak satu genera. Jumlah individu plankton penyusun kelekap tertinggi didapatkan pada perlakuan D (4.525 ind./L) menyusul perlakuan C, B, dan A masing-masing sebesar 1.405 ind./L; 1.342 ind./L; dan 338 ind./L (Gambar 3). Jumlah individu plankton yang terendah didapatkan pada perlakuan E (kontrol) 95 ind./L. Jenis individu fitoplankton yang dominan adalah *Oscillatoria* dan jenis individu zooplankton yang dominan adalah *nauplii copepoda*. Tingginya jumlah individu plankton penyusun kelekap yang didapatkan pada perlakuan D (kombinasi pupuk anorganik dengan POLTASI) karena komposisi nutrisi (makro dan mikro nutrisi) dari pupuk yang diaplikasikan tersebut lebih lengkap seperti unsur N, P, K, C, Fe, S, Mn, Cu, Zn (Tabel 1), sehingga dapat mendukung pertumbuhan pakan alami dalam wadah penelitian. Menurut Nybakken (2002), kelas krustasea terutama kelompok *copepoda* merupakan penyusun utama komunitas zooplankton.

Rudiyanti *et al.* (2010) mendapatkan kelimpahan alga penyusun kelekap tertinggi di tambak bandeng di Desa Banggi, Rembang sebesar 1.600 ind./L yang terjadi pada minggu ke-4. Pamukas (2011) memperoleh kelimpahan fitoplankton tertinggi dengan menggunakan pupuk organik cair dengan dosis pupuk 2 mL/m<sup>3</sup> yaitu sebesar 21.667 ind./L, di mana puncak kelimpahan terjadi pada hari ke-12. Kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, nutrisi, cahaya matahari, pH, oksigen terlarut, dan karbondioksida bebas. Aziz *et al.* (2015) mendapatkan kelimpahan fitoplankton tertinggi di tambak ikan bandeng di Gresik yaitu sebesar 8.425 ind./L dengan aplikasi pupuk dengan rasio N dan P sebesar 4 (N 8,6 kg dan P 2,3 kg). Beberapa genera plankton melimpah pada perairan payau, sedangkan genera lainnya melimpah pada perairan dengan salinitas lebih tinggi. Fluktuasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, pH, konsentrasi nutrisi, cahaya, cuaca, penyakit, pemangsa ikan, dan zooplankton, kompetisi antara spesies dan toksin alga (Boyd, 1990).

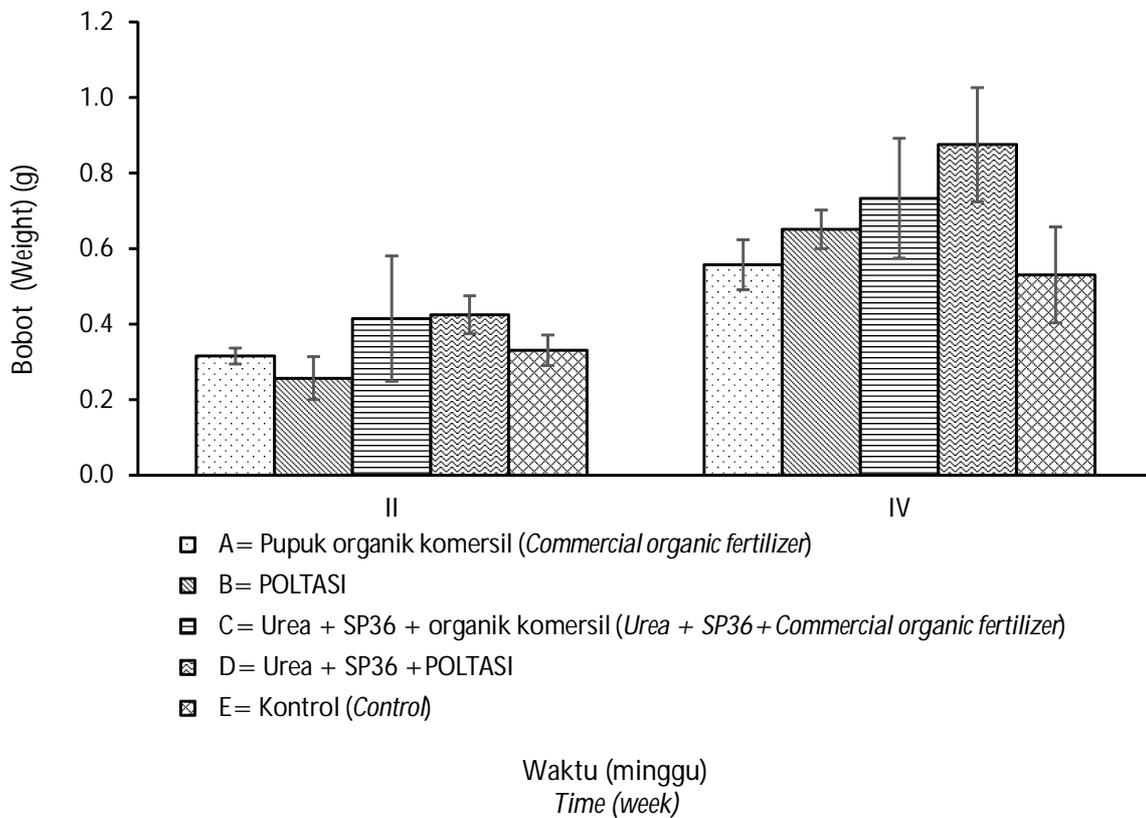
### Pertumbuhan Nener Bandeng

Hasil pengamatan bobot rata-rata nener tertinggi pada minggu kedua diperoleh pada perlakuan D sebesar 0,4253 g/ekor; diikuti oleh perlakuan C, E, A, dan B masing-masing sebesar 0,4147 g/ekor; 0,3313 g/ekor; 0,3160 g/ekor; dan 0,2567 g/ekor. Selanjutnya pada minggu keempat bobot rata-rata nener tertinggi diperoleh pada perlakuan D sebesar 0,9320 g/ekor kemudian diikuti oleh perlakuan C, B, E, dan A masing-masing sebesar 0,6370 g/ekor; 0,6310 g/ekor; 0,5860 g/ekor; dan 0,5320 g/ekor (Gambar 4). Berdasarkan hasil analisis ragam, perlakuan jenis pupuk memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan nener bandeng. Hasil analisis lanjutan (uji Tukey) menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan



Gambar 3. Kelimpahan individu plankton penyusun kekekap (ind./L) dengan aplikasi pupuk yang berbeda

Figure 3. The plankton abundance on different types of fertilizers application



Gambar 4. Bobot rata-rata nener bandeng pada minggu kedua dan keempat

Figure 4. Average weight of milkfish on second and fourth week

bandeng pada perlakuan D secara nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A dan E, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan C ( $P > 0,05$ ); sedangkan keempat perlakuan tersebut (A, B, C, dan E) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Pertumbuhan ikan bandeng yang lebih tinggi pada perlakuan D disebabkan karena komposisi nutrisi dari pupuk yang diaplikasikan lebih lengkap (makro dan mikro nutrisi) seperti unsur N, P, K, C, Fe, S, Mn, Cu, Zn sehingga dapat mendukung pertumbuhan pakan alami dalam wadah penelitian. Menurut Sutanto (2002), pemberian pupuk organik selain mendapatkan hara makro seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S juga hara mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe, walaupun jumlahnya relatif sedikit. Di tambak, pupuk organik sebagai sumber nitrogen peranannya cukup besar terhadap perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Martodireso & Suryanto, 2001).

Meningkatnya pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan harian hewan uji pada semua perlakuan menunjukkan bahwa pakan alami atau kekekap yang tumbuh telah dimanfaatkan oleh nener bandeng. Jumlah pakan alami berangsur berkurang seiring dengan umur dan pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan kelimpahan pakan alami setelah penebaran dan *sampling* pertama yang mulai menunjukkan penurunan kepadatan. Hal ini dapat dilihat secara visual dengan berkurangnya kekekap pada permukaan media tanah dalam wadah, karena dimanfaatkan oleh nener bandeng sebagai makanannya. Pakan alami memainkan peran penting selama periode pemeliharaan awal ikan bandeng karena ikan sangat tergantung pada jasad penyusun makanan (kekekap) (Kuhlmann *et al.*, 2009). Hasil penelitian Luckstadt & Reiti (2002) yang menganalisis kandungan usus ikan bandeng menunjukkan bahwa ikan bandeng memakan pakan alami yang terdiri atas alga hijau, alga biru hijau, organisme bentik, dan planktonik, serta larva krustasea. Komposisi utama pakan alami di tambak ikan bandeng yakni alga hijau uniseluler dan krustasea (Fortes & Pinosa, 2007). Menurut Jana *et al.* (2006), bahwa tingkat kelimpahan makanan alami, terutama konsentrasi perifiton di tambak ikan bandeng sedikit demi sedikit menurun setelah bulan pertama.

Pertumbuhan mutlak nener bandeng yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar 0,5323-0,9246 g/ind. dengan laju pertumbuhan 0,019-0,033 g/hari (Tabel 2). Hasil ini lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Pantjara *et al.* (2002) yang mendapatkan pertumbuhan mutlak nener bandeng sebesar 0,2780-0,4217 g/ind. dengan kepadatan 100-300 ind./m<sup>3</sup> yang dipelihara selama 21 hari dengan sistem hapa. Priono *et al.* (2014) mendapatkan bobot nener bandeng yang dipelihara di tambak selama 30 hari mencapai 0,138

g/ind. dengan kepadatan 5.000 ind./m<sup>2</sup>. Tingginya kepadatan dan sistem pemeliharaan dapat memengaruhi pertumbuhan dan sintasan nener bandeng. Soomro *et al.* (2015) mendapatkan pertumbuhan benih ikan bandeng yang dipelihara pada bak dengan kombinasi substrat (tanah) dan pupuk organik kotoran ayam tidak berbeda nyata dengan ikan yang dipelihara pada substrat (tanah) dan pupuk urea, namun berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yang diberi pakan buatan. Hal ini disebabkan karena pada tahap awal pemeliharaan ikan bandeng sangat tergantung pada jasad penyusun makanan alami (kelekap).

Sintasan nener bandeng pada perlakuan pupuk yang berbeda berkisar antara 86,7%-100% dan sintasan tertinggi didapatkan pada perlakuan B dan D masing-masing sebesar 100% (Tabel 2). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa sintasan nener bandeng tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) antar perlakuan, menunjukkan bahwa perlakuan yang diaplikasikan memberikan respons yang sama terhadap sintasan nener bandeng.

Sintasan nener bandeng yang dihasilkan pada penelitian ini tidak berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya. Tarwiyah (2001) mendapatkan sintasan gelondongan ikan bandeng dengan enam kali periode pemeliharaan di tambak sebesar 75%-80% selama kurang lebih 21 hari pemeliharaan/periode. Hasil penelitian Mansyur (1986) dengan menggunakan 200 g kotoran ayam dikombinasikan dengan 20 g urea dan 10 g TSP/m<sup>2</sup> memberikan pertumbuhan pakan alami yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Selama delapan minggu percobaan di tambak, diperoleh sintasan ikan bandeng mencapai 95,7%. Alit *et al.* (2012) mendapatkan sintasan benih ikan bandeng sekitar 75,5%-89,2% yang dipelihara dengan kepadatan berbeda selama enam minggu pemeliharaan. Setiadharna *et al.* (2012) mendapatkan sintasan pada pendederan benih ikan bandeng dengan perbedaan sistem resirkulasi dan sirkulasi selama satu bulan diperoleh sintasan berkisar 89,67%-94,23%. Tuburan *et al.* (1989) melaporkan bahwa aplikasi pupuk organik (kotoran ayam dan pupuk dari limbah pertanian/industri) yang berlebihan dapat menyebabkan kematian ikan bandeng karena terjadinya penumpukan bahan organik di dasar tambak yang menyebabkan kematian komunitas alga bentik, penipisan oksigen terlarut, dan adanya hidrogen sulfida. Oleh karena itu, disarankan bahwa dosis yang lebih rendah dari pupuk organik harus diterapkan di tambak terutama saat musim hujan.

Aplikasi pupuk organik limbah tambak udang super-intensif yang dikombinasikan dengan pupuk an-organik menghasilkan respons pertumbuhan biomassa kekekap dan nener bandeng yang lebih tinggi

Tabel 2. Pertumbuhan dan sintasan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada masing-masing perlakuan selama 28 hari pemeliharaan

Table 2. Growth and survival rate of milkfish for each treatment during 28 days of rearing period

Peubah Variable	Perlakuan aplikasi pupuk berbeda Different types of fertilizers application				
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Pemeliharaan (hari) Rearing period (days)	28	28	28	28	28
Padat tebar (ind./bak) Density (ind./container)	30	30	30	30	30
Bobot awal (g/ind.) Initial weight (g/ind.)	0.0073 ± 0.001	0.0073 ± 0.001	0.0073 ± 0.001	0.0073 ± 0.001	0.0073 ± 0.001
Bobot akhir (g/ind.) Final weight (g/ind.)	0.5397 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.6380 ± 0.05 <sup>ab</sup>	0.6440 ± 0.16 <sup>ab</sup>	0.932 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.593 ± 0.13 <sup>a</sup>
Pertambahan bobot (g/ind.) Weight gain (g/ind.)	0.5323 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.6306 ± 0.05 <sup>ab</sup>	0.6367 ± 0.16 <sup>ab</sup>	0.9246 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.5856 ± 0.13 <sup>a</sup>
Laju pertumbuhan harian (g/hari) Daily growth rate (g/day)	0.019 ± 0.002 <sup>a</sup>	0.023 ± 0.002 <sup>ab</sup>	0.023 ± 0.006 <sup>ab</sup>	0.033 ± 0.005 <sup>b</sup>	0.021 ± 0.005 <sup>a</sup>
Sintasan Survival rate (%)	92.22 ± 8.39 <sup>a</sup>	100 ± 0 <sup>a</sup>	94.44 ± 5.09 <sup>a</sup>	100 ± 0 <sup>a</sup>	96.67 ± 5.77 <sup>a</sup>

Keterangan (Note): Nilai dalam baris yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) (The values in the same row followed by the same superscript letters showed no significantly different ( $P > 0.05$ ))

dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga disebabkan karena keseimbangan kandungan nutrisi (N, P, K, dan bahan organik) dari pupuk yang diaplikasikan dapat mendukung pertumbuhan pakan alami (kelekap), yang pada akhirnya dapat dimanfaatkan ikan bandeng untuk pertumbuhannya, khususnya pada tahap awal pemeliharaan. Pupuk organik merupakan salah satu komponen penting yang menentukan kesuburan dan produktivitas perairan tambak. Pemupukan pada tambak bertujuan untuk menyuburkan pertumbuhan kelekap yang hidup menempel di dasar tambak. Menurut Aziz *et al.* (2015), pemberian pupuk pada tambak budidaya dilakukan untuk menumbuhkan pakan alami berupa fitoplankton. Pemberian pupuk dengan rasio N dan P yang berbeda pada setiap perlakuan memberikan pengaruh terhadap kelimpahan dan komposisi fitoplankton. Tambak yang diberi pupuk akan menghasilkan kelimpahan fitoplankton lebih tinggi dibandingkan dengan tambak yang tidak diberi pupuk (Ponce-Palafox, 2010; Tabinda & Ayub, 2010; Sohail *et al.*, 2014). Kelimpahan fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh masuknya kandungan nutrisi untuk pertumbuhan fitoplankton seperti nitrat, fosfor, dan bahan organik (Subashchandrabose *et al.*, 2013). Keragaman dan

kelimpahan fitoplankton di perairan tambak dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang ada di perairan tersebut selama tidak ada faktor pembatas lainnya. Salah satu kebutuhan utama fitoplankton dalam pertumbuhan adalah cukup tersedianya nutrisi di perairan (Llebot *et al.*, 2010; Muhid *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Suwoyo *et al.* (2016) menunjukkan bahwa kandungan hara makro, C-organik, dan kadar air beberapa contoh pupuk organik dibandingkan dengan pupuk organik limbah tambak super-intensif tidak jauh berbeda. Muendo *et al.* (2014) memperkirakan potensi pupuk organik dari 16 petak tambak budidaya (200 m<sup>2</sup>) ikan nila secara semi-intensif sebanyak 173 ton sedimen/ha/siklus, yang memiliki nutrisi yang berpotensi memenuhi kebutuhan pupuk nitrogen untuk 0,35-1,2 ha dan pupuk kalium untuk 0,7-1,5 ha. Selain itu, akumulasi sedimen mengandung 1,8-5 ton bahan organik.

#### Kondisi Kualitas Air

Kualitas air mempunyai peranan penting karena merupakan salah satu faktor pendukung untuk pertumbuhan ikan bandeng dan fitoplankton suatu perairan. Kelimpahan dan distribusi plankton pada

Tabel 3. Kisaran kualitas air yang diamati selama penelitian (n= 75 sampel)  
 Table 3. Range of water quality values measured during the experiment (n= 75 sample)

Variabel Variable	Aplikasi pupuk berbeda (Different types of fertilizers application)				
	A	B	C	D	E
Suhu (Temperature) (°C)	23.7-27.7	23.7-27.5	23.9-27.9	23.9-28.2	23.8-27.5
Salinitas (Salinity) (ppt)	19.0-35.0	18.0-30.0	17.0-25.0	18.0-31.0	19.3-30.7
pH	7.3-8.3	7.3-8.4	7.3-8.5	7.2-8.4	7.2-8.4
DO (mg/L)	2.2-6.5	2.2-5.8	2.1-5.9	2.0-5.6	2.0-5.8
TAN (mg/L)	0.01-0.15	0.02-0.07	0.04-11.50	0.06-18.73	Ttd-0.12
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	Ttd-0.05	Ttd-0.05	0.01-0.24	0.01-0.08	0.01-0.10
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Ttd-2.10	Ttd-0.51	Ttd-0.33	Ttd-0.17	Ttd-0.14
PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Ttd-0.30	0.30-1.23	0.11-3.13	0.30-3.49	Ttd-0.30

suatu perairan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, dan fosfat (Romimohtarto & Juwana, 1999). Hasil pengamatan beberapa parameter kualitas air selama penelitian baik pada periode penumbuhan kelekap maupun penggelondongan nener bandeng masih berada pada kriteria yang layak bagi kehidupan dan pertumbuhan kelekap dan nener bandeng (Tabel 3).

Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang dapat memengaruhi keberadaan plankton. Hasil pengukuran nilai kisaran suhu air pada setiap bak percobaan selama penelitian berkisar antara 23,71°C-28,16°C. Kisaran suhu ini masih layak untuk plankton dan ikan bandeng. Menurut Effendi (2003), kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 20°C-30°C. Sementara suhu optimum untuk budidaya ikan bandeng berkisar 20°C-43°C (Villaluz & Unggui, 1983).

Hasil pengukuran salinitas selama pemeliharaan berkisar 17-35 ppt. Menurut Sachlan (1982), bahwa pada kadar garam rendah atau adanya penurunan kadar garam, *Oscillatoria* akan tumbuh baik. Menurut Effendi (2003), perairan payau biasanya salinitasnya antara 0,5-30 ppt. Ismail *et al.* (1994) menyatakan bahwa ikan bandeng dapat tumbuh baik pada salinitas 15-30 ppt. Ikan bandeng toleran terhadap salinitas yang lebar (*euryhaline*) berkisar antara 0-158 ppt (Lin *et al.*, 2001; Mansyur & Tonnek, 2003).

Nilai pH yang terukur selama penelitian berkisar 7,3-8,5. Nilai pH pada semua perlakuan relatif seragam. Kisaran nilai pH tersebut sesuai dengan nilai baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu 7,0-8,5 (MENLH, 2004), sehingga berpengaruh terhadap kelimpahan plankton. Kandungan oksigen terlarut yang didapat selama penelitian berkisar antara 2,0-6,5 mg/L. Oksigen yang rendah ditemukan pada awal-awal pemeliharaan (2,0-2,2 mg/L) karena kondisi masih

teradaptasi dengan aplikasi pupuk awal, namun setelah memasuki minggu kedua hingga akhir pemeliharaan, maka nilai oksigen tersebut naik kembali hingga mencapai 3,5-6,5 mg/L. Menurut Ismail *et al.* (1994), menyebutkan bahwa ikan bandeng tumbuh dengan baik pada kisaran oksigen terlarut 3-8 mg/L. Xu *et al.* (2010) menyatakan bahwa perairan dengan pH antara 6–9 merupakan perairan dengan kesuburan yang tinggi dan tergolong produktif karena dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam perairan menjadi mineral-mineral yang dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan.

Kandungan TAN berkisar dari 0,01-18,73 mg/L (Tabel 3). Peningkatan nilai TAN terjadi pada awal-awal penelitian karena adanya tambahan *input* sumber nitrogen dari luar yakni dengan aplikasi pupuk urea untuk penumbuhan kelekap, kemudian menurun pada minggu-minggu berikutnya berkisar 0,059-0,149 mg/L. Nilai tersebut masih layak untuk ikan bandeng, karena nilainya masih lebih rendah dari nilai baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu 0,3 mg/L (MENLH, 2004). Menurut Pantjara & Hendrajat (2011), untuk budidaya bandeng kandungan amonia yang optimal adalah kurang dari 0,1 mg/L.

Kelimpahan plankton terutama fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi terutama nitrogen (N) dan fosfor (P). Hasil pengamatan kandungan nitrat berkisar antara 0,06-2,10 mg/L; nitrit berkisar 0,01-0,24 mg/L; dan fosfat berkisar antara 0,30-3,49 mg/L. Hasil penelitian Rudyanti *et al.* (2010), mengamati kandungan nitrat, fosfat, dan klorofil-a di tambak bandeng di Desa Banggi, Rembang yang mengalami kenaikan pada tiap minggunya. Kandungan nitrat berkisar antara 1,53-1,83 mg/L; fosfat berkisar antara 0,01-0,091 mg/L; dan klorofil-a berkisar antara 3,12-5,33 ug/g. Berdasarkan analisis regresi linier

berganda terdapat hubungan yang sangat erat dan nyata antara kandungan nitrat dan fosfat dengan klorofil-a kelekap. Usman *et al.* (1995) menyatakan kandungan nitrat yang mendukung pertumbuhan yang optimum untuk alga berkisar 0,900-3,500 mg/L. Tinggi dan rendahnya konsentrasi nitrat pada penelitian berpengaruh terhadap populasi fitoplankton yang akhirnya bermuara pada kandungan khlorofil-a di dalam tambak (Gunarto & Atmomarsono, 2007). Peubah kualitas air yang berpengaruh positif terhadap kelimpahan plankton adalah salinitas, pH, nitrat, dan amonium (Pirzan & Mansyur, 2011). Kandungan fosfor di perairan dipengaruhi oleh masuknya bahan yang mengandung fosfor ke perairan tersebut seperti pemupukan fosfor (pupuk SP). Batas terendah konsentrasi fosfat untuk pertumbuhan optimum alga berkisar 0,018-0,090 mg/L P-PO<sub>4</sub> dan batas tertinggi berkisar dari 8,90-17,8 mg/L P-PO<sub>4</sub> apabila nitrogen dalam bentuk nitrat. Bila N dalam bentuk amonium maka batas tertinggi adalah 1,78 mg/L P-PO<sub>4</sub> (Andarias, 1991). Semakin banyak bahan mengandung fosfor yang masuk ke perairan, maka akan semakin tinggi pula kandungan fosfor di perairan. Kandungan fosfor di perairan akan mengalami penurunan akibat pemanfaatan fosfor oleh fitoplankton dan tanaman air. Kandungan fosfor di perairan pada umumnya relatif sedikit, karena sebagian besar yang masuk ke tambak diserap oleh sedimen tanah (Wu & Yang, 2010).

## KESIMPULAN

Aplikasi limbah tambak udang super-intensif sebagai pupuk organik secara tunggal pada dosis 2.000 kg/ha dan kombinasinya dengan pupuk anorganik menghasilkan produksi biomassa kelekap dan sintasan nener yang tidak berbeda nyata dengan pupuk organik komersil. Pertumbuhan nener bandeng cenderung lebih baik pada aplikasi limbah tambak udang super-intensif, khususnya bila dikombinasikan dengan pupuk an-organik, dibandingkan dengan aplikasi pupuk organik komersil. Limbah tambak udang super-intensif potensial digunakan sebagai pupuk tambak ekstensif.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada tim peneliti dan segenap teknisi lapangan dan laboratorium kualitas air (Ilham, Safar, Kurniah, Siti Rohani, Siti Suleha, dan Irmayani) yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR ACUAN

Alit, A.A.K., Setiadharmas, T., & Wibawa, G.S. (2012). Padat penebaran optimum untuk produksi ikan bandeng, *Chanos chanos* Forsskall umpan dalam bak terkontrol. *Dalam* Haryanti, Rachmansyah, Imron,

- Sunarto, A., Sugama, K., Sumiarsa, G.S., Parenrengi, A., Azwar, Z.I., Sudrajat, A., & Kristanto, A.H. (Eds.) *Prosiding Indoaqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2012*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Jakarta, hlm. 105-110.
- Amanu, W.Z. (2015). Comparative study on composition and abundance of major planktons and physico-chemical characteristics among two ponds and Lake Tana, Ethiopia. *Journal of Coastal Life Medicine*, 3(11), 852-856.
- Andarias, I. (1991). *Pengaruh pupuk urea dan TSP terhadap produksi kelekap*. Disertasi. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 155 hlm.
- Angudong, R.G. (1983). Milkfish production system. *In* APDEM (VI:1983: Tigbauan, Iloilo) Papers. SEAFDEC Aquaculture Department, Tigbauan. Iloilo, 3, 17 pp.
- American Public Health Association [APHA]. (2005). Standard methods for examination of water and wastewater. 21st edition, Centennial edition. APHA-AWWA-WEF. Washington D.C., 1288 pp.
- Atjo, H. (2013). Budidaya udang vaname suprintensif Indonesia. *Dipresentasikan pada Launching Budidaya Udang Vaname Supra-intensif Indonesia. Barru, 24 Oktober 2013*. MAI-SCI Sulawesi Selatan, 4 hlm.
- Atmomarsono, M., Muliani, Nurbaya, Susianingsih, E., Nurhidayah, & Rachmansyah. (2013). Peningkatan produksi udang windu di tambak tradisional plus dengan aplikasi probiotik RICA. *Buku Rekomendasi Teknologi Kelautan dan Perikanan 2013*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. KKP. Jakarta, hlm. 33-43.
- Aziz, R., Nirmala, K., Affandi, R., & Prihadi, T. (2015). Kelimpahan plankton penyebab bau lumpur pada budidaya ikan bandeng menggunakan pupuk N : P berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(1), 58-68.
- Bantillo, R.R. (1983). *The effects of different salinity and organic matter levels on the growth of bluegreen algae*. Thesis M.S. in Fisheries U.P. in the Visayas. Miag-ao, Iloilo. Location, 117 pp.
- Boyd, C.E. (1990). Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Alabama. USA, 482 pp.
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta, 258 hlm.
- Fortes, N.R., & Pinosa, L.A.G. (2007). Composition of phytobenthos in "lab-lab", a periphyton-based extensive aquaculture technology for milkfish in brackishwater ponds during dry and wet seasons. *Journal Appl. Phycol.*, 19, 657-665.

- Gunarto, & Atmomarsono, M. (2007). Water quality conditions in white shrimp, *Litopenaeus vannamei* brackishwater pond with different percentages of additional fertilizer. *Aquacultura Indonesiana*, 8(1), 1-9.
- Ilyas, S., Cholik, F., Poernomo, A., Ismail, W., Arifudin, R., Daulay, T., Ismail, A., Koesoemadinata, S., Rabegnatar, I.N.S., Soepriyadi, H., Suharto, H. H., Azwar, Z.I., & Ekowardoyo, S. (1987). Petunjuk teknis bagi pengoperasian unit usaha pembesaran udang windu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta, 100 hlm.
- Ismail, A., Poernomo, A., Sunyoto, P., Wedjatmiko, Dharmadi, & Budiman, R.A.I. (1994). Pedoman teknis usaha pembesaran ikan. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan No. PHP/KAN/26/1994. Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta, 73 hlm.
- Jana, S.N., Garg, S.K., Thirunavukkarasu, A.R., Bhatnagar, A., Kalla, A., & Patra, B.C. (2006). Use of additional substrate to enhance growth performance of milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal) in inland saline ground water ponds. *J. Appl. Aquacult.*, 18, 1-20.
- Kuhlmann, K.J., Focken, U., Coloso, R.M., & Becker, K. (2009). Diurnal feeding pattern and gut content of milkfish *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) cultured semi-intensively during the wet and dry season in brackish ponds in the Philippines. *Aquac. Res.*, 40, 2-12.
- Kusnendar, E., & Sudjiharno. (1984). Budidaya udang dan bandeng. Pedoman Budidaya Tambak. Ditjen Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta, hlm. 112-155.
- Lemonnier, H., & Brizard, R. (2001). Number of shrimp crops and shrimp density effects on sediment accumulation on earthen pond bottoms. World Aquaculture Society Meeting, January 21-25, 2001, Disney's Coronado Springs Resort Lake Buena Vista, Florida. *Book of Abstracts*, 365 pp.
- Lin, H.Y., Kuo, T.Y., Chi, H.C., Huang, H.L., Yu, C.C., Liang, H.C., & Yang, H.I. (2001). Physiology of salinity adaptation in the milkfish (*Chanos chanos*). *In Book of Abstracts, 6th Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Kaohsiung, Taiwan, 151 pp.
- Llebot, C., Spitz, Y.H., Solé, J., & Estrada, M. (2010). The role of inorganic nutrients and dissolved organic phosphorus in the phytoplankton dynamics of a Mediterranean bay: a modeling study. *Journal of Marine Systems*, 83, 192-209.
- Luckstadt, C., & Reiti, T. (2002). Investigations on the feeding behavior of juvenile milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) in brackish water lagoons on South Tarawa, Kiribati. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ichthyologie Band, 3*, 37-43.
- Mansyur, A. (1986). Pengaruh berbagai dosis pupuk urea dan TSP terhadap pertumbuhan nener (*Chanos chanos*). *Jurnal Penelitian Budi Daya Pantai*, 2(1-2), 46-50.
- Mansyur, A., & Tonnek, S. (2003). Prospek budi daya bandeng dalam karamba jaring apung laut dan muara sungai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22(3), 79-85.
- Martodireso, S., & Suryanto, W.A. (2001). Terobosan teknologi pemupukan dalam era pertanian organik. Kanisius. Yogyakarta, 78 hlm.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup [MENLH]. (2004). Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Lampiran III. hlm. 1489-1498.
- Muendo, P.N., Verdegem, M.C.J., Stoorvogel, J.J., Milstein, A., Gamal, E.N., Duc, P.M., & Verreth, J.A.J. (2014). Sediment accumulation in fish ponds; its potential for agricultural use. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(5), 228-241.
- Muhid, P., Davis, T.W., Bunn, S.E., & Burford, M.A. (2013). Effects of inorganic nutrients in recycled water on freshwater phytoplankton biomass and composition. *Water Research*, 47, 384-394.
- Murtidjo, B.A. (1988). Tambak air payau budidaya udang dan bandeng. Penerbit Kanisius. Yogyakarta, 150 hlm.
- Mustafa, A., & Sammut, J. (2007). Effect of different remediation techniques and dosages of phosphorus fertilizer on soil quality and klekap production in acid sulfate soil affected aquaculture ponds. *Indonesian Aquaculture Journal*, 2(2), 141-157.
- Newell, G.E., & Newell, R.C. (1977). Marine plankton. A practical guide. Hutchinson & Co. (Pub.) Ltd. London, 244 pp
- Nybakken, J.W. (2002). Biologi laut suatu pendekatan ekologis. PT Gramedia. Jakarta, 459 hlm.
- Pamukas, N.A. (2011). Perkembangan kelimpahan fitoplankton dengan pemberian pupuk organik cair. *Berkala Perikanan Terubuk*, 39(1), 79-90.
- Panjtara, B., Hendrajat, E.A., Suprpto, H., & Usman. 2002. Peggelondongan bandeng (*Chanos-chanos* Forskal) dengan padat penebaran yang berbeda di tambak tanah sulfat masam. *Prosiding Ekspose Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta, hlm. 326-334.
- Panjtara, B., & Hendrajat, E.A. (2011). Produksi bandeng (*Chanos chanos*) melalui aplikasi pupuk organik. *J. Ris. Akuakultur*, 6(2), 253-262.

- Parellang. (1993). Kelimpahan dan keragaman plankton pada budidaya udang windu secara semi-intensif di Instalasi Tambak Percobaan Maranak. Maros. *Laporan Praktek Kerja Lapang*. Fakultas Perikanan. Universitas Muslim Indonesia. Ujung Pandang, 66 hlm.
- Peraturan Menteri Pertanian [PERMENTAN]. (2011). Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembena Tanah. Kementerian Pertanian. Jakarta, 88 hlm.
- Pirzan, A.M., & Mansyur, A. (2011). Hubungan antara kelimpahan plankton dan peubah kualitas air di tambak udang windu (*Penaeus monodon*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, RA-01, 1-9.
- Ponce-Palafox, J.T. (2010). The effect of chemical and organic fertilization on phytoplankton and fish production in carp (Cyprinidae) polyculture system. *Revista Bio. Ciencias*, 1, 44-50.
- Priono, B., Basuki, P.I., & Kusnendar, E. (2014). Penggelondongan bandeng dengan benih hasil seleksi di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Media Akuakultur*, 9(1), 29-35.
- Rachmansyah, & Pantjara, B. (1989). Pengaruh kapur limbah pabrik kertas Gowa (PKG) terhadap perbaikan mutu tanah masam dan produksi biomassa kelekap. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*, 5(1), 77-83.
- Rachmansyah, Susianingsih, E., Mangampa, M., Tahe, S., Makmur, Undu, M.C., Suwoyo, H.S., Asaad, A.I.J., Tampangallo, B.R., Septiningsih, E., Safar, Ilham, Rohani, S., Rosni, & Nurjannah. (2013). Laporan teknis akhir kegiatan pengembangan budidaya udang vaname superintensif di tambak kecil. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Maros, 59 hlm.
- Raswin, M.M. (2003). Pembesaran ikan bandeng: Modul pengelolaan air tambak. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta, 41 hlm.
- Romimohtarto, K., & Juwana, S. (1999). Biologi laut, ilmu pengetahuan tentang biota laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta, hlm. 115-128.
- Rudiyanti, S., Soedarsono, P., & Mutiara, H.R. (2010). Hubungan kandungan nitrat dan fosfat dengan klorofil-a pada tambak di Desa Banggi, Rembang. *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(2), 29-34.
- Sachlan, M. (1982). Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang, 117 hlm.
- Setiadharna, T., Alit, A.A.K., & Priyono, A. (2012). Pendederan benih ikan bandeng, *Chanos-chanos* Forsskal dengan sistem resirkulasi dan sirkulasi pada bak terkontrol. *Prosiding Indoaqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2012*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 111-115.
- Soomro, M.H., Memon, A.J.A.F., Zafar, M., Daudpota, A.M., Soomro, M.A., & Ishaqu, A.M. (2015). To evaluate growth performance of milkfish, *Chanos chanos* (Fingerling) applied range of food treatments in captivity. *International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies (IJIMS)*, 2(6), 168-173.
- Sohail, M., Qureshi, N.A., Khan, N., Khan, M.N., Iqbal, K.J., & Abbas, F. (2014). Effect of supplementary feed, fertilizer, and physico-chemical parameters on pond productivity stocked with Indian major carps in monoculture system. *Pakistan Journal of Zoology*, 46, 1.633-1.639.
- Subashchandrabose, S.R., Ramakrishnan, B., Megharaj, M., Venkateswarlu, K., & Naidu, R. (2013). Mixotrophic cyanobacteria and microalgae as distinctive biological agents for organic pollutant degradation. *Environment International*, 51, 59-72.
- Sutanto, R. (2002). Pertanian organik: Menuju pertanian alternatif dan berkelanjutan. Kanisius. Yogyakarta, 218 hlm.
- Suwoyo, H.S., Tahe, S., & Fahrur, M. (2015). Karakterisasi limbah sedimen tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) superintensif dengan kepadatan berbeda. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 901-913.
- Suwoyo, H.S., Fahrur, M., & Rachmansyah. (2016). Potensi limbah padat tambak udang superintensif sebagai bahan baku pupuk organik. *Dalam* Yasir, I., Tresnati, J., Aslamiyah, S., Umar, M.T., & Firman (Eds.). *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan III*, Universitas Hasanuddin. Makassar, hlm. 406-415.
- Suyamto. (2010). Strategi dan implementasi pemupukan rasional spesifik lokasi. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*, 3(4), 306-318.
- Tabinda, A.B., & Ayub, M. (2010). Effect of high phosphate fertilization rate on pond phosphate concentrations, chlorophyll a, and fish growth in carp polyculture. *Aquaculture International*, 18, 285-301.
- Tacon, A.G. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp (A Training Manual). FAO of The United Nations. Brazil, 267 pp.
- Tarunamulia, & Kamariah. (2014). Hubungan tingkat produktivitas dengan variasi lokal kualitas lahan

- tambak ekstensif di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2014*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 303-312.
- Tarwiyah. (2001). Teknik pengelolaan penggelondongan bandeng. Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Jakarta, 16 hlm.
- Tuburan, I.B., Agbayani, R.F., & Subosa, P.F. (1989). Evaluation of organic and inorganic fertilizers in brackishwater milkfish ponds. *Journal Aquaculture*, 76(3-4), 227-235.
- Untarso, I.I. (1987). Pengaruh pemupukan urea dan TSP terhadap komposisi dan kelimpahan organisme penyusun klekap. *Karya Ilmiah*. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 89 hlm.
- Usman, Mustafa, A., Panjtara, B., & Hanafi, A. (1995). Padat penebaran optimal penggelondongan bandeng (*Chanos-Chanos*) dalam hapa di tambak tanah gambut. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1(1), 1-11.
- Villaluz, A.C., & Unggui, A.S. (1983). Effects of temperature on behaviour, growth, development and survival of young milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal). *Aquaculture*, 35, 321-330.
- Wu, X.Y., & Yang, Y.I.F. (2010). Accumulation of heavy metals and total phosphorus in intensive aquatic farm sediments: comparison of tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*, Asian seabass *Lates calcarifer* and white shrimp *Litopenaeus vannamei* farms. *Aquaculture Research*, 41, 1.377-1.386.
- Xu, H., Paerl, H.W., Qin, B., Zhu, G., & Gao, G. (2010). Nitrogen and phosphorus inputs control phytoplankton growth in eutrophic Lake Taihu, China. *Limnology and Oceanography*, 55, 420-432.
- Yamaji, I. (1976). Illustration of the marine plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Japan, 369 pp.