

EFISIENSI DAYA LISTRIK DAN KONDISI OKSIGEN TERLARUT PADA PEMELIHARAAN *POSTLARVA* UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* MENGGUNAKAN SUMBER ENERGI SURYA

ELECTRICAL POWER EFFICIENCY AND DISSOLVED OXYGEN CONDITION ON REARING VANAME SHRIMP Litopenaeus vannamei POSTLARVA BY USING SOLAR ENERGY

Kukuh Adiyana¹ dan Eddy Supriyono²

¹Pusat Pengkajian Perencanaan Teknologi Kelautan Perikanan-Balitbang-KKP,
Jl Pasir Putih I, Ancol, Jakarta, Indonesia

²Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB,
Jl Raya Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia
E-mail: k_adiyana@yahoo.com

Diterima tanggal: 12 Januari 2015, diterima setelah perbaikan: 20 Maret 2015, disetujui tanggal: 27 Maret 2015

ABSTRAK

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang mempunyai potensi untuk dimanfaatkan pada kegiatan budidaya perikanan. Budidaya *postlarva* udang vaname *Litopenaeus vannamei* membutuhkan pasokan oksigen yang dapat disuplai melalui aerasi dengan memanfaatkan sumber energi surya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji efisiensi aerasi yang dihasilkan oleh *high-blow* menggunakan sumber energi surya dan PLN dalam pemeliharaan *postlarva* udang vaname, ditinjau dari segi kestabilan daya listrik (P), *dissolved oxygen* (DO), dan *oxygen transfer rate* (OTR). Pada Penelitian ini digunakan 2 perlakuan, yaitu perlakuan menggunakan sumber energi surya dan PLN. Hasil penelitian menunjukkan daya listrik pada *high-blow* menggunakan sumber energi surya mempunyai tren yang lebih stabil dan kontinu dibandingkan dengan sumber energi dari PLN. Pasokan listrik yang lebih stabil dari sumber energi panel surya menyebabkan pompa aerator *high-blow* dapat bekerja lebih maksimal. Hal tersebut menyebabkan proses transfer oksigen ke dalam air lebih baik, sehingga level DO selama penelitian relatif lebih tinggi.

Kata kunci: energi surya, udang vaname, daya listrik, DO, OTR

ABSTRACT

Solar energy is a renewable energy source that has potential used for aquaculture activities. Rearing postlarva vaname shrimp Litopenaeus vannamei need a supply of oxygen that can be supplied through aeration by utilizing solar energy source. The purpose of this study is to examine the efficiency of aeration generated by high-blow-use solar energy sources and PLN in rearing postlarva vaname shrimp, in terms of the stability of the electric power (P), dissolved oxygen (DO), and the oxygen transfer rate (OTR). This study uses two treatments, the treatment using solar energy sources and PLN. The results show power source from solar energy sources used on high-blow-use indicate more stable trend and continuously than PLN. Solar panel has capability to generate more stable energy and provide sufficient power for high-blow aerator to work properly. As the result DO level is relatively high during the study.

Keywords: solar energy, shrimp vaname, electric power, DO, OTR

PENDAHULUAN

Oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO) merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting bagi kegiatan budidaya perikanan. Level DO yang sesuai, sangat diperlukan untuk

mendukung keragaman kehidupan akuatik. Level DO yang rendah dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan bahkan dapat menyebabkan kematian pada organisme yang dibudidayakan. Dinamika DO dalam perairan melibatkan interaksi kompleks antara beberapa bahan kimia, biokimia

dan lingkungan. Tiga faktor yang mempengaruhi konsentrasi DO dalam perairan adalah fotosintesis, respirasi dan reaerasi (Gonzalez, Parga dan Cortes, 2014).

Permintaan pasar baik dalam maupun luar negeri terhadap udang vaname *Litopenaeus vannamei* mengalami peningkatan setiap tahunnya. Budidaya *postlarva* udang vaname dengan kepadatan tinggi pada sistem intensif/super intensif memerlukan pasokan oksigen yang cukup tinggi. Pada budidaya intensif *postlarva* udang vaname, pemenuhan kebutuhan oksigen tidak dapat dipenuhi melalui proses aerasi alami. Oleh karena itu, penggunaan aerator menjadi penting untuk meningkatkan transfer oksigen ke dalam air. Aerasi dimaksudkan untuk meningkatkan luas permukaan antara udara dan air, meningkatkan transfer oksigen dan sekaligus memberikan sirkulasi yang dapat mencegah terjadinya stratifikasi dalam badan air (Kumar, Moulick dan Mal, 2013).

Hingga saat ini, pasokan energi untuk usaha budidaya perikanan terutama di daerah kota baik pesisir maupun non pesisir sangat bergantung dari listrik PLN. Sementara masyarakat pesisir yang jauh dari perkotaan seluruh kebutuhan energinya lebih banyak dipasok oleh genset berbahan bakar minyak (BBM). Penyediaan sumber energi tersebut selama ini masih mengalami banyak kendala dalam pelaksanaannya. Sumber energi dari BBM umumnya terkendala faktor kelangkaan pasokan dan fluktuasi harga di tingkat masyarakat. Sementara sumber energi yang berasal dari PLN seringkali terjadi pemadaman mendadak, yang menyebabkan terhentinya kontinuitas pasokan listrik, sehingga mengganggu kegiatan budidaya perikanan.

Dewasa ini telah banyak dikembangkan teknologi-teknologi yang mampu menyediakan energi listrik yang bersumber dari sumber-sumber energi terbarukan. Menurut Fara dan Yamaguchi (2013), beberapa sumber energi terbarukan di dunia yang mempunyai potensi untuk dimanfaatkan adalah tenaga hidro elektrik (4,6 TW), Panas bumi (30 TW), energi laut (2,7 TW), energi angin (50 TW), dan energi surya ($1,2 \times 10^5$ TW). Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai potensi paling besar untuk dimanfaatkan. Pancaran cahaya matahari mencapai bumi sekitar $3,9 \times 10^6$ EJ per tahun (Moheimani dan Parlevliet, 2013). Ketersediaan energi surya

khususnya di daerah pesisir di Indonesia sangat melimpah. Oleh karena itu, energi surya dapat digunakan sebagai alternatif sumber energi untuk mendukung kegiatan perikanan.

Pemanfaatan energi radiasi matahari dapat dilakukan dengan menggunakan sistem konversi fotovoltaik melalui suatu piranti optoelektronik yang disebut sel surya (*solar cell*). Sel surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan dan dapat mengkonversi secara langsung energi matahari menjadi energi listrik. Menurut Bakhiyi, Labreche dan Zayed (2014), aplikasi penggunaan sel surya dunia mempunyai kapasitas bervariasi dari 1,4 GW pada tahun 2000 menjadi 102 GW di tahun 2012. Penggunaan sel surya terbesar terdapat di Eropa (> 70 GW), kemudian diikuti oleh Cina (8,3 GW), Amerika Serikat (7,7 GW), dan Jepang (6,9 GW). Selama kurun waktu antara akhir tahun 2007 sampai dengan 2012, pertumbuhan produksi sel surya meningkat sebesar 60 %. Hal ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan pemanfaatan energi terbarukan lainnya yang bersumber dari energi angin (25 %) dan hidroelektrik (3,3 %) (REN, 2013). Peningkatan pertumbuhan produksi sel surya ini karena dari sisi ekonomi harganya sangat bersaing. Pada akhir tahun 2001, harga modul surya adalah 5,5 US\$/Wp (Solarbuzz, 2012) kemudian mengalami penurunan kurang dari 1 US\$/Wp pada Desember 2013. Hal inilah yang mendasari, bahwa penggunaan teknologi panel surya diharapkan dapat menjawab beberapa permasalahan kelangkaan energi, khususnya untuk kegiatan budidaya perikanan.

Budidaya *postlarva* udang vaname seringkali mengalami kendala pasokan energi khususnya dari sumber energi PLN. Pemadaman listrik mendadak oleh PLN, seringkali mengakibatkan kerugian ekonomi yang besar bagi pembudidaya. Tidak adanya pasokan listrik menyebabkan pompa aerator tidak dapat bekerja, sehingga dapat menyebabkan kematian massal udang karena kekurangan oksigen terlarut. Aplikasi teknologi panel surya diharapkan dapat memberikan solusi penyediaan pasokan energi yang kontinu untuk kegiatan pemeliharaan *postlarva* udang vaname. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji efisiensi aerasi yang dihasilkan oleh *high-blow* menggunakan sumber energi surya dan PLN dalam pemeliharaan *postlarva* udang vaname, ditinjau dari segi kestabilan daya listrik (P), *dissolved oxygen* (DO), dan *oxygen transfer rate* (OTR).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang vaname (PL 10) dengan panjang rata-rata $0,87 \pm 0,09$ cm dan bobot rata-rata 0,003; air laut; sodium sulfit (Na_2SO_3); dan pakan udang protein 30 %. Alat yang digunakan pada persiapan serta penelitian ini adalah 4 bak fiber kapasitas 500 liter, rangkaian panel surya dan *data logger*, aerator jenis *high-blow*, dan DO meter.

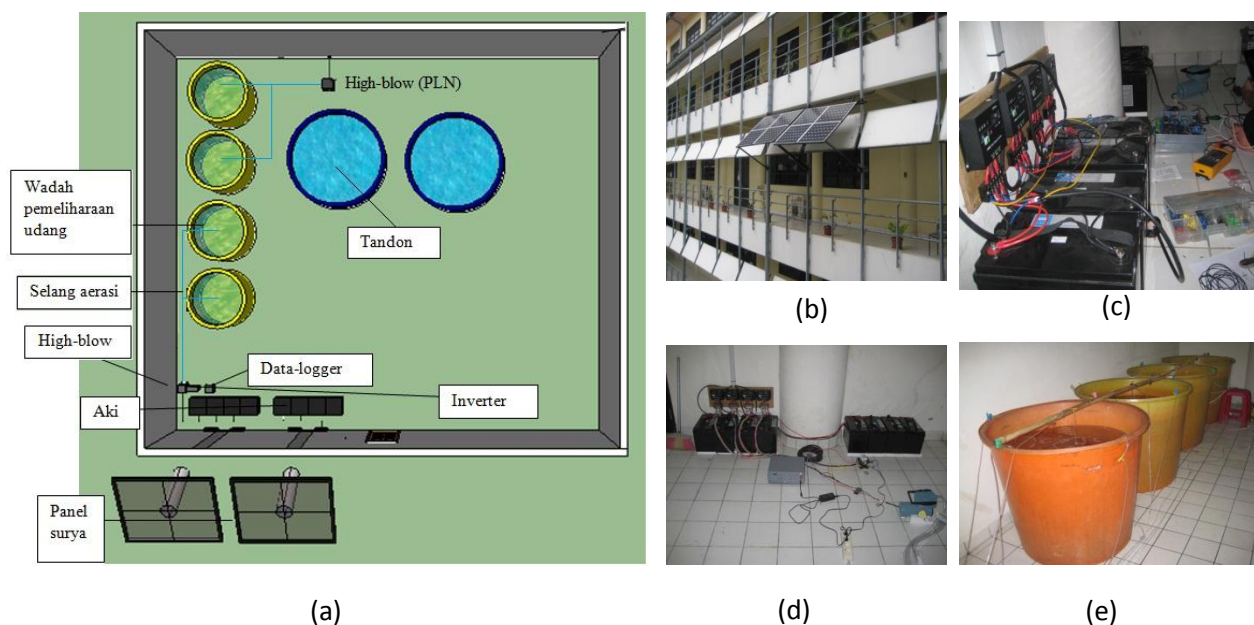
2.1 Persiapan Sistem Pemeliharaan

Persiapan sistem pemeliharaan terdiri dari persiapan wadah, instalasi listrik dan aerasi, dan bahan. Setiap bak pemeliharaan dipasang 4 buah selang aerasi yang dihubungkan pada *high-blow*. Air yang dijadikan media pemeliharaan adalah air laut dengan salinitas 30 ppt. Air sebanyak 500 liter yang telah dimasukkan ke dalam bak fiber pemeliharaan di-*treatment* dengan 30 ppm klorin dan diaerasi, setelah 24 jam kemudian air diberi tiosulfat dengan dosis 15 ppm dan diaerasi selama 24 jam. Sebelum digunakan, bagian dasarnya disifon terlebih dahulu.

Instalasi listrik tenaga surya dirangkai secara parallel yang meliputi: 8 papan panel dengan

kapasitas setiap panel 100 watt peak, 12 Volt; 4 *charge controller* dengan kapasitas setiap *charge controller* 12 Volt, 20 Ampere, dan 8 aki dengan kapasitas setiap aki 100 Ampere hour. Energi matahari yang ditangkap panel dalam bentuk arus searah (DC) akan disimpan di dalam aki melalui *charge controller*. *Charge controller* berfungsi sebagai pengatur besarnya arus dan voltase dari panel surya ke aki, serta dari aki ke pompa aerator *high-blow*. Arus listrik dalam aki dialirkan ke *high-blow* melalui inverter yang berfungsi sebagai pengubah arus dari DC menjadi arus bolak-balik (AC). Sebanyak 8 buah aki dipasang secara parallel dan dihubungkan pada 1 aerator *high-blow*. *Data logger* ditempatkan diantara *high-blow* dengan inverter. *Data logger* berfungsi sebagai alat monitoring voltase dan arus listrik yang keluar masuk aki sebagai bahan pembanding.

Instalasi listrik yang menggunakan sumber energi PLN 220 Volt, langsung dihubungkan dengan aerator *high-blow*. Monitoring kuat arus dan voltase PLN diukur menggunakan tang ampere. Instalasi listrik dan bak pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema bak pemeliharaan dan instalasi listrik (a); panel surya (b); aki (c); rangkaian aki, data logger dan pompa aerator *hi-blow* (d); bak pemeliharaan (e)
Figure 1. Reared pool and electrical installation scheme (a); solar panel (b); battery (c); batteries circuit, data logger and *hi-blow* aerator pump (d); reared pool (e)

Sumber: Dokumentasi pribadi

2.2 Pemeliharaan

Pemeliharaan terdiri dari penebaran benih, pemberian pakan, dan pengelolaan kualitas air. Biota yang digunakan adalah udang vaname PL10. Udang ini dipelihara selama 20 hari dengan padat tebar 200 ekor/m³ (Samocha dan Lawrence, 1992). Pemeliharaan udang dilakukan selama 20 hari. Pemberian pakan udang dilakukan 4 kali, yakni pada pukul 07.00, 12.00, 17.00, dan 22.00 WIB, sesuai dengan persentase biomassa 25-45 % (Nuhman, 2009). Pakan yang diberikan adalah pakan *powder* dengan kadar protein 30 %. Setiap pemberian pakan diberikan dosis 2 ppm. Pergantian air dilakukan setiap 2 hari, sekali sebanyak 10-15 % sekaligus dilakukan penyifonan.

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan dan 2 ulangan. Jenis perlakuan yaitu penggunaan *high-blow* dengan sumber energi surya dan sumber energi PLN. Pengamatan kuat arus dan tegangan listrik dari aki dilakukan dengan menggunakan data logger, sedangkan pada sumber energi PLN digunakan tang ampere. Parameter DO diamati setiap hari.

2.3.1 Penghitungan Daya Listrik

Rumus untuk menghitung daya listrik adalah sebagai berikut:

$$P = V I \quad (1)$$

Keterangan:

- P = Daya (watt)
- V = Perbedaan potensial (Volt)
- I = Kuat arus (Ampere)

2.3.2 Penghitungan Oxygen Transfer Rate (OTR)

Menurut Boyd (1982) persamaan untuk menghitung koefisien OTR adalah sebagai berikut:

$$(KLa)_{20} = \frac{\ln(Cs - C1) - \ln(Cs - C2)}{t2 - t1} \quad (2)$$

Keterangan:

- (KLa)₂₀ = koefisien transfer pada suhu 20 °C (/jam)
- Cs = kejenuhan dengan oksigen (mg/Liter)
- C1 = konsentrasi oksigen awal (mg/Liter)

- C2 = konsentrasi oksigen akhir (mg/Liter)
- t1 = waktu awal aerasi (jam)
- t2 = waktu akhir aerasi (jam)

Nilai (KLa)₂₀ dapat dipakai untuk menghitung nilai (KLa)_T untuk suhu lain yaitu (KLa)_T dengan rumus:

$$(KLa)_T = (KLa)_{20} \times 1,024^{T-20} \quad (3)$$

$$(KLa)_T = \frac{\ln(Cs - C1) - \ln(Cs - C2)}{t2 - t1} \times 1,024^T \quad (4)$$

Keterangan:

- (KLa)_T = koreksi oksigen transfer pada suhu yang diinginkan (/jam)
- T = suhu (°C)

Setelah penghitungan koefisien transfer oksigen, kemudian dilanjutkan dengan penghitungan jumlah oksigen yang ditransfer persatuan waktu dengan (OTR)₂₀ sebagai berikut:

$$(OTR)_{20} = (KLa)_{20} \times Cs \times \text{volume tangki (Liter)} / 10^6 \text{ (mg/kg)} \quad (5)$$

Sehingga rumus untuk menghitung OTR di suhu yang lain adalah:

$$(OTR)_T = (KLa)_T \times Cs \times \text{volume tangki (Liter)} / 10^6 \text{ (mg/kg)} \quad (6)$$

Keterangan:

- (OTR)_T = oksigen yang ditransfer persatuan waktu pada suhu yang diinginkan (kg O₂/jam)
- (KLa)_T = koreksi oksigen transfer pada suhu yang diinginkan (/jam)
- Cs = kejenuhan oksigen untuk suhu dan tekanan yang ada (mg/Liter)

2.3.3 Penghitungan Efektivitas Alat Aerasi (E)

Efektivitas dari sebuah aerator digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan seberapa besar gas yang ditransfer dari udara ke dalam sebuah perairan atau pengurangan jumlah gas yang berlebih dalam air/*supersaturated*. Efektivitas aerator juga bisa digunakan untuk membandingkan berbagai tipe aerator, tetapi harus diuji dalam sistem dan kondisi yang sama. Rumus dari efektivitas aerator menurut Lekang (2007) adalah sebagai berikut:

$$E = [(C_{out} - C_{in}) / (C_{sat} - C_{in})] \times 100 \quad (7)$$

Keterangan:

- E = efektivitas aerator (%)
- C_{out} = konsentrasi gas terlarut yang keluar dari sebuah sistem (mg/Liter)
- C_{in} = konsentrasi gas terlarut yang masuk ke dalam sebuah sistem (mg/Liter)
- C_{sat} = konsentrasi gas terlarut dalam keadaan jenuh/saturasi (mg/Liter)

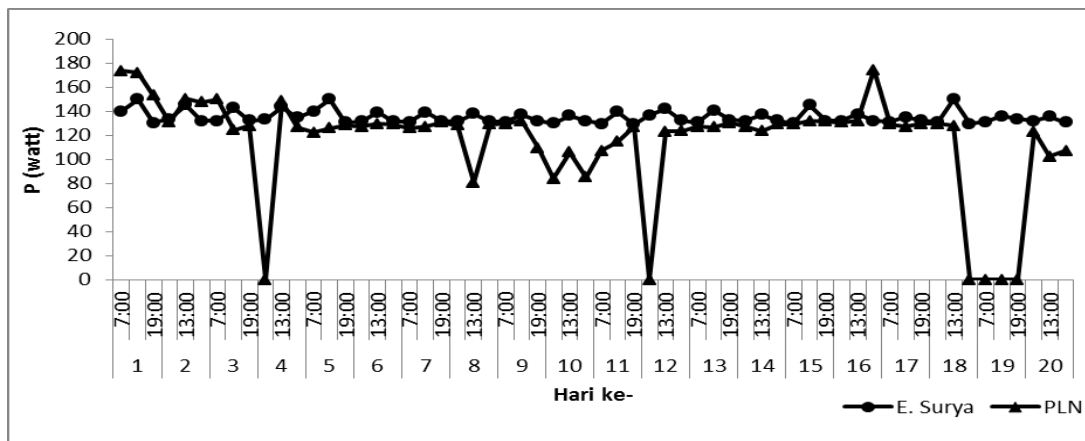
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Kestabilan Sumber Energi

Kestabilan sumber energi yang berbeda dapat dilihat dari kondisi daya listrik selama penelitian. Kondisi daya listrik harian pada *high-blow* menggunakan sumber energi yang berbeda selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan daya listrik rata-rata mingguan dapat dilihat pada Gambar 3.

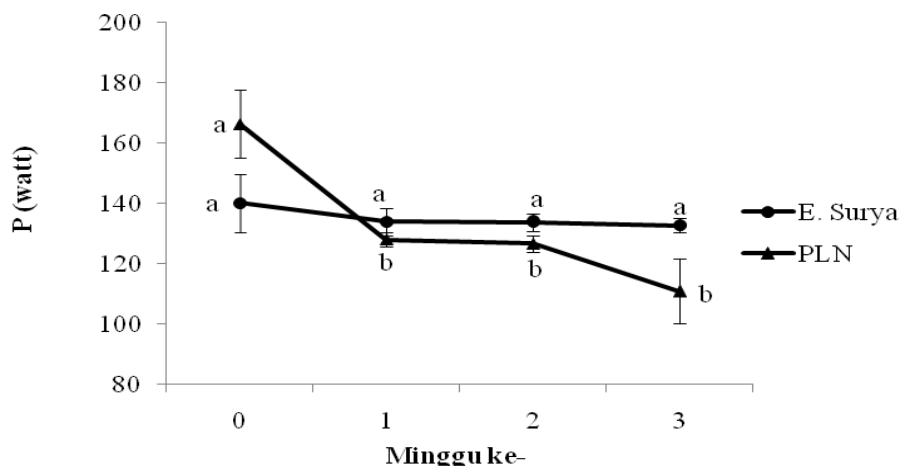
Berdasarkan Gambar 2, daya listrik harian yang dipasok dari energi surya relatif stabil dengan nilai berkisar antara 129,09–149,85 watt. Hal ini berbeda dengan pasokan listrik dari PLN yang tidak stabil dengan nilai berkisar antara 80,80–174,80 watt. Pada sumber PLN nilai daya sebesar 0 watt terjadi pada hari ke 4, 7, dan 19 karena adanya pemadaman listrik.



Gambar 2. Kondisi daya listrik harian pada *high-blow* menggunakan sumber energi yang berbeda.

Figure 2. Conditions of daily electrical power in *high-blow* using different energy sources.

Sumber: Hasil pengukuran



Gambar 3. Kondisi daya listrik mingguan rata-rata pada *high-blow* menggunakan sumber energi yang berbeda. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).

Figure 3. Conditions of average weekly electrical power in *high-blow* using different energy sources. Different lowercase in the graph indicate significant difference ($p < 0.05$).

Sumber: Hasil analisis

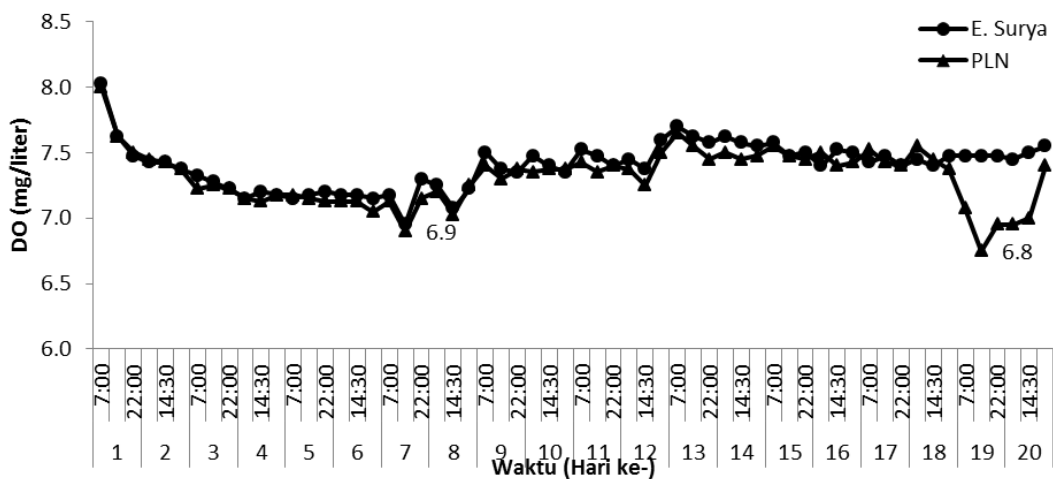
Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa sumber energi surya memberikan pasokan daya listrik yang lebih stabil. Pengamatan terhadap daya listrik harian, menunjukkan bahwa daya listrik yang dihasilkan oleh sumber energi surya cukup stabil pada $132,73 \pm 2,46 - 140,03 \pm 9,78$ watt. Pada sumber energi dari PLN, daya listrik mengalami penurunan dari $166,30 \pm 11,29$ watt menjadi $128,00 \pm 2,50$ watt pada minggu ke-1, kemudian stabil pada minggu ke-2, dan turun lagi hingga $110,83 \pm 10,77$ watt pada minggu ke-3.

Berdasarkan hasil analisis ragam daya listrik dengan 2 sumber energi berbeda, pada minggu ke-0, 2, dan 3 menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$), tetapi tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada minggu ke-1.

3.1.2 Dissolved Oxygen (DO)

Kelarutan oksigen merupakan parameter kualitas air utama yang diamati pada penelitian ini. Gambar 4 berikut ini menampilkan kondisi DO harian selama penelitian.

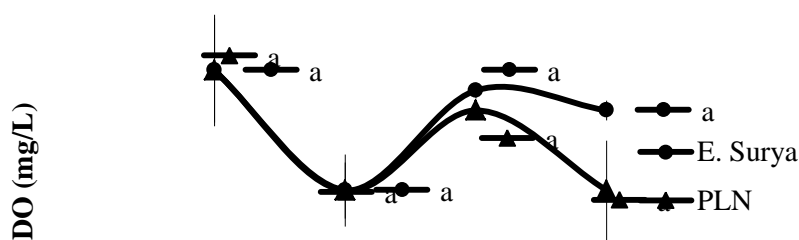
Berdasarkan pengamatan, dapat diketahui bahwa nilai DO harian dari 2 sumber energi hampir sama. DO harian pada *high-blow* yang menggunakan sumber energi surya berkisar antara 7–8 mg/Liter sedangkan DO pada *high-blow* yang menggunakan PLN berkisar antara 6,8–8 mg/Liter.



Gambar 4. Kondisi DO harian pada media pemeliharaan udang vaname.

Figure 4. Daily DO conditions in rearing vaname shrimp.

Sumber: Hasil pengukuran



Minggu ke-

Gambar 5. Kondisi DO mingguan rata-rata pada *high-blow* menggunakan sumber energi yang berbeda. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).

Figure 5. Condition of average weekly DO during rearing vaname shrimp. Different lowercase in the graph indicate significant difference ($p < 0.05$).

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui, bahwa DO yang menggunakan sumber energi surya maupun PLN mengalami penurunan pada minggu ke-1 berturut-turut dari $7,7 \pm 0,28$ mg/Liter menjadi $7,1 \pm 0,18$ mg/Liter dan dari $7,7 \pm 0,26$ mg/Liter menjadi $7,1 \pm 0,14$ mg/Liter. Pada minggu ke-2, DO dari sumber energi surya naik menjadi $7,6 \pm 0,04$ mg/Liter, sedangkan dari sumber energi PLN, DO naik menjadi $7,5 \pm 0,03$ mg/Liter. Pada minggu ke-3, DO dari sumber energi surya hanya turun hingga $7,5 \pm 0,05$ mg/Liter, sedangkan dari sumber energi PLN turun hingga menjadi $7,1 \pm 0,25$ mg/Liter. Hasil analisis ragam menunjukkan, perlakuan dengan sumber energi yang berbeda, tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap kondisi DO selama pemeliharaan.

3.1.3 Oxygen Transfer Rate (OTR) dan Efektivitas High-Blow (E)

Nilai OTR dan E dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. *Oxygen transfer rate* (OTR) dan efektivitas *high-blow* (E)

Table 1. *Oxygen transfer rate* (OTR) and *high-blow* effectivity (E)

	A (E. Surya)	B (PLN)
OTR (kg O ₂ /jam)	$9,6 \times 10^{-4}$	$8,7 \times 10^{-4}$
E (%)	60,6	57,3

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan pengukuran OTR dan E dapat diketahui bahwa OTR yang dihasilkan *high-blow* dari sumber energi surya dan PLN memiliki nilai yang hampir sama yakni sebesar $9,6 \times 10^{-4}$ kg O₂/jam dan $8,7 \times 10^{-4}$ kg O₂/jam. E pada perlakuan energi surya dan PLN juga memiliki nilai yang hampir sama yakni 60,6 % dan 57,3 %.

3.2 Pembahasan

Kondisi daya listrik harian pada *high-blow* menggunakan sumber energi surya menunjukkan tren yang lebih stabil dibandingkan dengan sumber energi dari PLN. Hal ini karena pada sumber energi surya terdapat *charge controller* yang berfungsi mengatur kestabilan arus listrik yang masuk ke aki dan dari aki ke *high-blow*. Kontinuitas daya pada *high-blow* menggunakan energi surya lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan PLN. Hal ini disebabkan pada PLN sering mengalami mati listrik yang menyebabkan

high-blow tidak hidup (daya 0 watt) sehingga suplai oksigen terhenti.

Berdasarkan besarnya kapasitas energi yang dapat disuplai sumber energi yang berbeda, dapat diketahui bahwa kemampuan kedua sumber energi hampir sama dalam memenuhi kebutuhan minimum energi listrik yang diperlukan *high-blow*. Daya minimum yang digunakan *high-blow* sebesar 80,8 watt. Energi surya dapat mensuplai energi listrik rata-rata sebesar 135,082 watt dengan persentase kapasitas suplai daya listrik 167,2 %. Sementara pada sumber energi PLN dapat mensuplai energi listrik rata-rata sebesar 127,263 watt dengan persentase kapasitas suplai daya listrik 157,5 %.

Kelarutan oksigen/*dissolved oxygen* (DO) merupakan faktor kritis dalam kegiatan budidaya perairan. Menurut Gonzales *et al.* (2013) DO merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman dan hewan di dalam air, DO yang terlalu rendah akan menyebabkan kematian pada ikan. DO berperan penting dalam pengkondisian lingkungan perairan yang baik, karena parameter kimia ini akan mempengaruhi parameter kimia fisika perairan yang lainnya. Menurut Seginer dan Mozes (2012), kelarutan oksigen dalam air menurun dengan meningkatnya suhu dan salinitas. Pada keadaan saturasi di suhu 26 °C dan salinitas 32 ppt, DO yang terlarut dapat mencapai 6,98 mg/Liter. Pada perlakuan sumber energi surya maupun PLN, DO media pemeliharaan mengalami kondisi *supersaturasi*. Konsentrasi DO pada masing-masing perlakuan memiliki kisaran antara 7–8 mg/Liter (energi surya) dan 6,8–8 mg/Liter (PLN). Konsentrasi oksigen terlarut yang disarankan untuk budidaya udang adalah > 5 mg/L (Boyd dan Tucker, 1998; Budiardi, 2008). Hal ini, menunjukkan nilai DO masih memenuhi syarat untuk budidaya *postlarva* udang vaname. Tingginya nilai DO ini memungkinkan padat tebar *postlarva* udang pada kegiatan budidaya masih bisa ditingkatkan. Penurunan DO pada perlakuan sumber PLN pada hari ke-19 sebesar 6,8 mg/Liter disebabkan karena *high-blow* tidak dapat menyuplai oksigen karena mati listrik. Penurunan DO pada hari ke-19 relatif lebih besar jika dibandingkan dengan DO pada mati listrik hari ke 4 dan 7. Hal ini disebabkan mati listrik yang terjadi pada hari ke 19 berlangsung lebih lama.

Pada Gambar 4, level DO mempunyai kecenderungan lebih rendah pada awal pemeliharaan. Hal ini dapat terjadi karena kelarutan oksigen pada air memerlukan waktu kontak. Semakin lama proses aerasi maka waktu kontak oksigen dengan air semakin besar, sehingga kelarutannya berangsur-angsur akan meningkat. Faktor lain adalah karena persentase pakan yang terbuang lebih banyak pada awal penelitian. Hal ini karena pemberian pakan diberikan 2 ppm dari awal hingga akhir pemeliharaan. Pakan yang terbuang ini mengandung bahan organik yang tinggi. Menurut Santa dan Vinatea (2007), proses dekomposisi bahan organik dalam air membutuhkan oksigen yang cukup tinggi. Hal ini akan menyebabkan berkurangnya konsentrasi oksigen terlarut di dalam air.

Nilai *Oxygen Transfer Rate* (OTR) dalam air dipengaruhi oleh beberapa variabel fisika, seperti temperatur, tekanan, geometri reaktor, turbulensi, tegangan permukaan dan viskositas (Zhou, Wu, Shi dan Song, 2013). Kelajuan transfer oksigen sangat penting diketahui karena berhubungan dengan kelangsungan ketersediaan DO. Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa OTR dan efisiensi *high-blow* dengan menggunakan sumber energi dari panel surya lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan sumber energi PLN. Hal ini karena suplai listrik dari sumber energi panel surya lebih stabil dan kontinu jika dibandingkan sumber PLN. Suplai daya listrik yang stabil dan kontinu memungkinkan kinerja pompa *high-blow* untuk aerasi lebih maksimal sehingga nilai OTR dan E lebih baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Daya listrik harian pada *high-blow* menggunakan sumber energi surya menunjukkan tren yang lebih stabil dan kontinu dibandingkan dengan sumber energi dari PLN. Hal ini disebabkan pada sumber energi dari panel surya, daya listrik yang dihasilkan tidak pernah terputus, tidak seperti pada perlakuan menggunakan sumber energi PLN yang sering mengalami pemadaman aliran listrik. Selain itu pada perlakuan menggunakan panel surya terdapat *controller* yang berfungsi untuk menstabilkan arus listrik untuk mengoperasikan pompa *high-blow*.

Pasokan listrik yang lebih stabil dan kontinu pada perlakuan sumber energi surya menyebabkan pompa aerator *high-blow* dapat bekerja lebih maksimal. Hal ini menyebabkan proses transfer oksigen (OTR) ke dalam air lebih baik, sehingga level DO selama penelitian relatif lebih tinggi.

Saran

Perlunya dilakukan pengkajian kelayakan ekonomi teknologi panel surya, mengingat komponen aki mempunyai masa pakai terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima disampaikan kepada Rahma Vida Anandasari yang telah banyak membantu bekerjasama dalam penelitian, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhiyi, B., Labreche, F., & Zayed, J. (2014). The photovoltaic industry on the path to a sustainable future - environmental and occupational health issues. *Environment International*, 73, 224–234.
- Boyd, C. E. (1982). *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Amsterdam. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. New York (US): Springer Science+Business Media.
- Budiardi, T. (2008). *Keterkaitan produksi dengan beban masukan bahan organik pada sistem budidaya intensif udang vaname (Litopenaeus vannamei Boone 1931)*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fara, L., & Yamaguchi, M. (2013). *Advanced Solar Cell Materials, Technology, Modeling and Simulation*. United States: Engineering Science Reference.
- Gonzalez, J. C. C., Parga, M. D. C. C., & Cortes, J. A. (2014). Photosynthesis, respiration and reaeration in a stream with complex dissolved oxygen pattern and temperature dependence. *Ecological Modelling*, 273, 220–227.
- Kumar, A., Moulick, S., & Mal, B. C. (2013). Selection of aerators for intensive aquacultural pond. *Aquacultural Engineering*, 56, 71–78.
- Lekang, O. I. (2007). *Aquaculture Engineering*. Garnington Road, Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- Moheimani, N. R., & Parlevliet, D. (2013). Sustainable solar energy conversion to chemical and

- electrical energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 494–504.
- Nuhman. (2009). Pengaruh prosentase pemberian pakan terhadap kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(2), 193-197.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN). (2013). *Renewables 2013. Global status report*. Diakses pada tanggal 23 Desember 2014 dari http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf.
- Samocha, T. M., & Lawrence, A. L. (1992). Shrimp nursery system and management. in: Wyban J. *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. USA: World Aquaculture Society. hlm. 88.
- Santa, K.D., & Vinatea, L. (2007). Evaluation of respiration rates and mechanical aeration requirements in semi-intensive shrimp *Litopenaeus vannamei* culture ponds. *Aquacultural Engineering*, 36, 73–80.
- Seginer, I., & Mozes, N. (2012). A note on oxygen supply in RAS: The effect of water temperature. *Aquacultural Engineering*, 50, 46–54.
- Solarbuzz. (2012). Modules pricing. Retail price summary. March 2012. Diakses pada tanggal 23 Desember 2014 dari <http://www.solarbuzz.com/facts-and-figures/retail-price-environment/module-prices>.
- Zhou, X., Wu, Y., Shi, H., & Song, Y. (2013). Evaluation of oxygen transfer parameters of fine-bubble aeration system in plug flow aeration tank of wastewater treatment plant. *Journal of Environmental Sciences*, 25(2), 295–301.

