

PENGARUH PENGGUNAAN *NANOBUBBLE* DALAM TRANSPORTASI UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Azam Bachur Zaidy¹, Agung Doni Anggoro², dan Adang Kasmawijaya¹

¹ Program Studi Penyuluhan Perikanan Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta

Jalan. Cikaret Nomor 2 – Bogor Selatan, Kota Bogor, Indonesia

² Pasca sarjana Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta

Jalan AUP NO 1, Pasar Minggu, Jakarta

E-mail: azamcult@yahoo.com

ABSTRAK

Pembenihan udang umumnya tidak berdekatan dengan lokasi pembesaran di tambak, untuk itu benih ditransportasi dalam waktu yang bervariasi dan terjadi penurunan kualitas air khususnya oksigen terlarut berakibat pada gangguan fisiologis dan kelangsungan hidup benih. Penggunaan teknologi *nanobubble* mampu meningkatkan dan mempertahankan kelarutan oksigen tetap tinggi selama transportasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penggunaan teknologi *nanobubble* terhadap perubahan kualitas air, tingkat stres dan kelangsungan hidup benih pada pengangkutan tertutup. Rancangan acang lengkap pola faktorial 2x2, faktor satu dengan 2 taraf yaitu *nanobubble* dan oksigen murni, faktor dua dengan 2 taraf yaitu durasi transportasi 24 dan 48 jam, masing-masing perlakuan dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut pada akhir transportasi pada *nanobubble* lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan menggunakan oksigen murni, sedangkan konsentrasi karbon dioksida pada *nanobubble* lebih rendah dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan menggunakan oksigen murni. Konsentrasi total amonia nitrogen, amonia, nitrit, pH, suhu dan kadar glukosa darah relatif sama pada sumber oksigen dan durasi transportasi yang berbeda. Kelangsungan hidup benih pada akhir transportasi dan pasca pemeliharaan 7 hari, lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) yang menggunakan *nanobubble* dibandingkan dengan oksigen murni. Berdasarkan data penelitian tersebut teknologi *nanobubble* dapat dimanfaatkan untuk transportasi benih udang vaname sampai ke lokasi pembesaran dalam kondisi sehat dengan kelangsungan hidup yang tinggi.

Kata kunci: Glukosa Darah; Kelangsungan Hidup; Oksigen Murni; Stres

EFFECT OF THE USING *NANOBUBBLE* IN TRANSPORTATION OF VANAME SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)

ABSTRACT

Shrimp hatcheries are generally different location with the rearing ponds, for this reason, postlarvae are transported in varying times and a decrease in water quality, especially dissolved oxygen, physiological disturbances and survival rate. The use of nanobubble technology is able to increase and maintain high oxygen solubility during transportation. The purpose of this study was to determine the use of nanobubble technology on changes in water quality, stress levels and survival rate in closed system. Complete design with 2x2 factorial pattern, the first factor with 2 levels, namely nanobubble and pure oxygen, second factor with 2 levels, namely transportation duration of 24 and 48 hours, each treatment with three replications. The results showed that the dissolved oxygen concentration of the transport on the nanobubble was higher and significantly different ($P < 0.05$) compared to using pure oxygen, while the concentration of carbon dioxide in the nanobubble was lower and significantly different ($P < 0.05$) compared to using pure oxygen. Total concentrations of ammonia nitrogen (TAN), ammonia, nitrite, pH, temperature and blood glucose levels were relatively the same at different oxygen sources and transport durations. Postlarvae survival rate of transport and post-maintenance 7 days was higher and significantly different ($P < 0.05$) using nanobubble compared to pure oxygen. Based on the research data, nanobubble technology can be used to transport vaname shrimp postlarvae to the rearing location in healthy conditions with high survival rate.

Keywords: Blood Glucose; Pure Oxygen; Stress; Survival Rate

PENDAHULUAN

Udang vaname merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik dan pasar ekspor. Upaya peningkatan produksi perlu ditunjang ketersediaan benih yang cukup dan bermutu. Kebutuhan benih vaname dipenuhi dari pembenihan udang yang umumnya cukup jauh dari lokasi pembesaran di tambak, dengan durasi transportasi antara 18- 24 jam, bahkan di beberapa lokasi memerlukan waktu yang lebih lama. Prosedur transportasi yang baik diperlukan untuk menjamin benih tetap sehat sampai di lokasi tambak pembesaran. Kesehatan benih pasca transportasi dipengaruhi oleh proses pemanenan, pemuasaan dan perubahan kualitas air selama

transportasi. Perubahan kualitas air disebabkan akumulasi sisa metabolisme berupa amonia dan karbon dioksida serta oksigen terlarut yang semakin menurun dapat menyebabkan ikan stres (Sampaio & Freire, 2016), sehingga mempengaruhi kesegaran dan kesehatan benih sampai lokasi tambak pembesaran. Respons fisiologis ikan yang stres digolongkan dalam tiga kategori yaitu respons primer, sekunder dan tersier. Respons primer melibatkan sistem hormonal, respons sekunder dapat dideteksi dari kadar glukosa darah dan respons tersier dapat menyebabkan kelangsungan hidup yang rendah (Weber, 2011).

Permasalahan utama dalam transportasi ikan sistem tertutup adalah akumulasi sisa metabolisme berupa amonia dan karbon dioksida serta kadar oksigen terlarut yang semakin menurun. Pemuasaan

ikan pada persiapan transportasi dapat mengurangi akumulasi sisa metabolisme, sedangkan oksigen terlarut yang rendah pada akhir transportasi dipengaruhi oleh kadar oksigen pada awal transportasi, kepadatan benih dan durasi transportasi. Teknologi *nanobubble* menghasilkan gelembung halus mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut lebih tinggi dibandingkan dengan gelembung yang berasal dari aerator biasa. Penggunaan *nanobubble* selama 4 jam dapat meningkatkan oksigen terlarut menjadi 42 mg/L pada suhu 20 °C, dalam waktu 24 jam oksigen terlarut bertahan pada konsentrasi 13,5 mg/L (Tekile *et al.*, 2016). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan teknologi *nanobubble* terhadap perubahan kualitas air, tingkat stres dan kelangsungan hidup benih pasca transportasi.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan November - Desember 2020 di Agape Hatchery PT. Ki Semar Mas, dan UMKM UD. Kerapu Sumber Rejeki Baru di Situbondo Jawa Timur. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Balai Budidaya Air Payau Situbondo. Analisis glukosa darah dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Jurusan Kimia Universitas Brawijaya - Malang.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan acak lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 2, faktor A: sumber oksigen dengan 2 taraf yaitu A1 : oksigen murni, A2 : *nanobubble* dan faktor B: durasi transportasi dengan 2 taraf yaitu B1 : 24 jam dan B2 : 48 jam, masing-masing dengan 3 ulangan. Rancangan perlakuan pada penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Perlakuan A1B1 : Oksigen murni, durasi transportasi 24 jam
- Perlakuan A1B2 : Oksigen murni, durasi transportasi 48 jam
- Perlakuan A2B1 : *Nanobubble*, durasi transportasi 24 jam
- Perlakuan A2B2 : *Nanobubble*, durasi transportasi 48 jam

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian transportasi benih udang vaname dan pemeliharaan pasca transportasi secara rinci dijelaskan dibawah ini:

- Penelitian dimulai dengan menggunakan 2 wadah yang berisi air laut salinitas 34 ppt dengan volume setiap wadahnya 500 liter, namun memiliki 2 perlakuan yang berbeda yaitu satu wadah disuntik dengan *nanobubble* selama 2 jam, dan satu wadah lainnya diberikan aerasi.
- Kantong plastik sebanyak 6 lembar diisi air masing-masing 1,8 liter yang berasal dari wadah yang disuntik *nanobubble*, dan kantong plastik yang lainnya sebanyak 6 lembar diisi air masing-

masing sebanyak 1,8 liter berasal dari wadah yang diaerasi.

- Pascalarva 9 (PL9) yang sudah dipuasakan selama 24 jam dimasukkan ke dalam 12 kantong plastik tersebut sebanyak 1600 ekor/kantong.
- Kantong plastik ditambahkan es agar suhu sekitar 26 °C, dan arang aktif 10 mg/L
- Kantong plastik diberi gas oksigen dan diikat dengan karet gelang.
- Kantong plastik dimasukkan ke *styrofoam* untuk ditransportasikan selama 24 jam dan 48jam
- Pengukuran kualitas air, kadar glukosa dan penghitungan jumlah benih yang hidup pada akhir transportasi.
- Benih pasca transportasi dimasukkan ke *styrofoam* ukuran 75 x 42 x 32 cm yang diisi air sebanyak 35 liter dengan salinitas 34 ppt.
- Benih dipelihara selama 7 hari, diberi pakan buatan dengan kadar protein 40%, frekuensi pemberian 5 kali sehari, setiap 4 jam sekali.
- Pada akhir pemeliharaan dihitung jumlah benih yang hidup.

Analisis Kualitas Air dan Glukosa Darah

Perubahan kualitas air selama transportasi yang meliputi oksigen terlarut, total amonia nitrogen (TAN), amonia, nitrit, karbon dioksida, pH, dan suhu air, diukur pada akhir transportasi. Analisis kualitas air dilakukan berdasarkan APHA, 23and Edition, 4500 2017. Prosedur penentuan gula reduksi menggunakan cara spektrofotometri dengan metode Somogyi-Nelson (Nelson, 1944) sebagai berikut:

- Buat larutan glukosa standar (10 mg glukose anhidrat/100 ml)
- Lakukan 6 pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi 2,4, 6,8 dan 10 mg/100 ml
- Siapkan 7 tabung reaksi yang bersih, masing-masing diisi 1 ml larutan
- Tambahkan ke dalam masing- masing tabung di atas 1 ml reagen Nelson dan panaskan semua tabung pada penangas air mendidih selama 20 menit
- Ambil semua tabung, dan segera dinginkan bersama-sama dalam gelas piala yang berisi air dingin sehingga suhu tabung mencapai 25 °C
- Setelah dingin tambahkan 1 ml reagensia Arsenomolybdat, gojog sampai semua endapan Cu₂O₂ yang ada larut kembali
- Setelah semua endapan Cu₂O₂ larut sempurna, tambahkan 7 ml air suling, gojoglah sampai homogen
- Teralah “*optical density*” (OD) masing-masing larutan tersebut pada panjang gelombang 540 nm
- Buatlah kurva standar yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi glukosa dan OD

Prosedur penentuan gula reduksi pada contoh dilakukan sebagai berikut:

- Siapkan larutan contoh dengan kadar glukosa 2-8 mg/100 ml dalam kondisi jernih, jika dijumpai larutan contoh yang keruh atau berwarna maka

perlu dilakukan penjernihan terlebih dahulu dengan menggunakan Pb-asetat atau bubuk Aluminium hidroksida.

- Pipetlah 1 ml larutan contoh yang jernih tersebut ke dalam tabung reaksi yang bersih
- Tambahkan 1 ml reagensia Nelson dan selanjutnya diperlakukan seperti penyiapan kurva standar di atas
- Jumlah gula reduksi dapat ditentukan berdasarkan OD larutan contoh dan kurva standar larutan glukosa

Kelangsungan Hidup Benih

Tingkat kelangsungan hidup merupakan salah satu indikator keberhasilan transportasi benih. Perhitungan kelangsungan hidup dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie, 1977):

$$SR = \left(\frac{Nt}{No} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Kelangsungan hidup (%)

No = Jumlah benih udang pada awal percobaan (ekor).

Nt = Jumlah benih udang yang hidup pada akhir percobaan (ekor).

Analisis Data

Data kualitas air, glukosa darah dan kelangsungan hidup benih dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan bila terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (Steel & Torrie, 1980). Hasil analisis berbeda nyata, jika memiliki nilai peluang lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$). Analisis statistik menggunakan perangkat

lunak *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* versi 22.0 windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Keberhasilan transportasi benih sangat dipengaruhi oleh perubahan kualitas air selama transportasi. Penurunan kualitas air terutama disebabkan oleh akumulasi sisa metabolisme berupa amonia dan karbon dioksida serta oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan ikan stres (Sampaio & Freire, 2016). Hasil pengukuran kualitas air yang meliputi oksigen terlarut, TAN, amonia, nitrit, karbon dioksida, pH dan suhu tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil konsentrasi oksigen terlarut pasca transportasi dipengaruhi oleh sumber oksigen dan durasi transportasi ($P < 0,05$). Konsentrasi oksigen *nanobubble* durasi transportasi 48 jam sebesar 22,65 mg/L, sedangkan oksigen murni sebesar 10,21 mg/L. Perbedaan konsentrasi oksigen pada akhir transportasi tersebut disebabkan oleh konsentrasi oksigen terlarut pada awal transportasi yang berbeda antara *nanobubble* (29,10 mg/L) dengan oksigen murni (17,60 mg/L). Konsentrasi oksigen terlarut *nanobubble* pada awal transportasi sebesar 65,34% lebih tinggi dibandingkan oksigen murni, sesuai hasil penelitian menurut Tekile *et al.* (2016), penggunaan *nanobubble* selama 4 jam akan dapat meningkatkan oksigen terlarut menjadi 42 mg/L pada suhu 20°C, dan dalam waktu 24 jam oksigen terlarut bertahan pada konsentrasi 13,5 mg/L. Ebina *et al.* (2013), menyatakan bahwa *nanobubble* dapat meningkatkan level oksigen terlarut dari 7,7 mg/L menjadi 31,7 mg/L, dan Galang *et al.* (2019), kadar oksigen terlarut dengan *nanobubble* sebesar 10,8 mg/L sedangkan aerator biasa hanya 4,65 mg/L.

Tabel 1 Kualitas air pasca transportasi

Parameter	Sumber Oksigen	Durasi Transportasi (jam)		Rataan
		24	48	
Oksigen terlarut (mg/L)	Oksigen Murni	14,28±0,76	10,21±1,69	12,25
	<i>Nanobubble</i>	25,75±1,30	22,65±1,47	24,20
Rataan		20,02	16,43	
TAN (mg/L)	Oksigen Murni	5,13±0,15	5,69±0,14	5,41
	<i>Nanobubble</i>	5,29±0,15	5,63±0,11	5,46
Rataan		5,21	5,66	
Amonia (mg/L)	Oksigen murni	0,08±0,02	0,09±0,05	0,085
	<i>Nanobubble</i>	0,07±0,00	0,15±0,08	0,110
Rataan		0,075	0,120	
Nitrit (mg/L)	Oksigen Murni	0,01±0,00	0,05±0,01	0,030
	<i>Nanobubble</i>	0,06±0,01	0,07±0,00	0,065
Rataan		0,035	0,060	
Karbon dioksida (mg/L)	Oksigen Murni	11,71±0,61	16,51±0,61	14,11
	<i>Nanobubble</i>	10,38±0,69	11,31±1,15	10,85
Rataan		11,05	13,91	
Suhu (°C)	Oksigen Murni	28,20±0,00	29,30±0,10	28,75
	<i>Nanobubble</i>	28,43±0,21	29,10±0,26	28,77
Rataan		28,32	29,20	
pH	Oksigen Murni	6,92±0,44	6,97±0,96	6,95
	<i>Nanobubble</i>	6,99±0,43	7,15±0,18	7,07
Rataan		6,95	7,06	

Hasil penelitian Hanif (2021), penggunaan *nanobubble* selama 3 jam mampu meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut sebesar 18,23 mg/L dan bertahan selama 12 jam, demikian juga Mahasri *et al.* (2018), penggunaan *nanobubble* meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dari 6,5 mg/L menjadi 25 mg/L. Data konsentrasi oksigen terlarut pasca transportasi dapat disimpulkan penggunaan *nanobubble* mampu mempertahankan kadar oksigen terlarut lebih tinggi pada pasca transportasi dibandingkan penggunaan oksigen murni.

Konsentrasi TAN penggunaan *nanobubble* dan oksigen murni pada durasi transportasi 24 dan 48 jam tidak berbeda nyata ($P>0,05$), sedangkan konsentrasi amonia dan nitrit kombinasi perlakuan antara sumber oksigen dan durasi transportasi berbeda nyata ($P<0,05$) dengan konsentrasi tertinggi pada *nanobubble* durasi transportasi 48 jam. Pengaruh *nanobubble* terhadap konsentrasi amonia sesuai hasil penelitian Fraciliyani (2018) bahwa konsentrasi amonia pada pemeliharaan ikan nila dalam rentang nilai yang relatif sama yaitu *nanobubble* sebesar 0,08-0,64 mg/L, dan aerator biasa sebesar 0,51 - 0,62 mg/L. Menurut Susanti *et al.* (2021), konsentrasi TAN lebih rendah 9% yang menggunakan *nanobubble* dibandingkan kontrol pada pemeliharaan pascalarva *Litopenaeus vannamei* kepadatan 2000 individu/L, dan konsentrasi TAN meningkat dengan durasi transportasi yang lebih lama (Grausgruber *et al.*, 2021). Jainontee *et al.* (2019), penggunaan *nanobubble* dapat menghilangkan kontaminan dalam air berupa sisa pakan, kotoran ikan dan bahan organik serta dapat menurunkan daya racun amonia.

Konsentrasi karbon dioksida pasca transportasi dipengaruhi oleh sumber oksigen dan durasi transportasi ($P<0,05$). Konsentrasi karbon dioksida tertinggi pada oksigen murni dengan durasi 48 jam dan terendah pada *nanobubble* dengan durasi transportasi 24 jam. Hasil penelitian Grausgruber *et al.* (2021) menunjukkan konsentrasi karbon dioksida dan suhu air meningkat seiring dengan lama durasi transportasi, dan Suwandi *et al.* (2011), menyatakan bahwa konsentrasi karbon dioksida meningkat selama transportasi. pH air untuk semua perlakuan relatif sama ($P>0,05$) dan stabil selama transportasi. Hasil penelitian Treasurer (2012) menunjukkan bahwa pH air selama transportasi 8 jam turun dari 7,5 menjadi 6.

Suhu air dipengaruhi oleh durasi transportasi ($P<0,05$), suhu air meningkat sekitar 1°C dari transportasi 24 jam menjadi 48 jam. Interaksi antara sumber oksigen dan durasi transportasi tidak mempengaruhi suhu air ($P>0,05$). Hasil penelitian Yustiati *et al.* (2017) bahwa kondisi suhu pada awal pemeliharaan 23,5°C, dan pada akhir transportasi suhu air berkisar antara 23,1-25,9 °C.

Kadar Glukosa Darah

Selama proses transportasi benih vaname, terjadi penurunan kualitas air akibat akumulasi gas beracun seperti amonia, nitrit, karbon dioksida dan konsentrasi oksigen yang semakin menurun, dapat

mempengaruhi kesehatan (stres) benih sampai lokasi tambak pembesaran. Benih yang stres ditunjukkan dengan kadar glukosa darah yang meningkat (Ferreira *et al.*, 2017). Hasil pengukuran kadar glukosa darah pada akhir transportasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kadar glukosa (mg/dL) benih pasca transportasi

Sumber Oksigen	Durasi Transportasi (jam)		Rataan
	24	48	
Oksigen Murni	37,0±0,01	39,0±0,01	38,0
<i>Nanobubble</i>	40,0±0,03	40,0±0,04	40,0
Rataan	38,5	39,5	

Tabel 2 menunjukkan bahwa sumber oksigen yang menggunakan *nanobubble* dan durasi transportasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar glukosa darah ($P>0,05$), demikian juga kombinasi perlakuan sumber oksigen dan durasi transportasi tidak berbeda nyata terhadap kadar glukosa darah ($P>0,05$). Kadar glukosa darah merupakan salah satu indikator tingkat stres ikan. Kadar glukosa darah yang relatif sama menunjukkan bahwa pada akhir transportasi tingkat stres benih relatif sama. Tingkat stres benih ditunjukkan oleh kadar glukosa darah yang merupakan respons fisiologis terhadap perubahan lingkungan selama transportasi, sesuai pernyataan Sampaio & Freire, (2016) transportasi merupakan sumber stres bagi benih dan Ferreira *et al.* (2017) bahwa indikator stres dapat dilihat dari kadar plasma kortisol, laktat dan glukosa darah. Faktor yang menyebabkan ikan stres selama transportasi adalah perubahan kualitas air, terutama akumulasi sisa metabolisme berupa amonia dan karbon dioksida serta oksigen terlarut yang semakin rendah (Sampaio & Freire, 2016).

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi oksigen terendah yaitu 10,21 mg/L, dan konsentrasi TAN, amonia, nitrit, pH dan suhu relatif sama untuk perlakuan sumber oksigen dan durasi transportasi. Konsentrasi karbon dioksida antar perlakuan berbeda, yang tertinggi 16,51 mg/L dan terendah 10,38 mg/L atau selisih keduanya sekitar 6 mg/L. Perubahan kualitas air yang meliputi konsentrasi oksigen, TAN, amonia, nitrit, pH, suhu air, dan karbon dioksida selama transportasi tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa darah, hal tersebut menunjukkan bahwa level stres benih udang relatif sama. Hasil penelitian yang berbeda ditunjukkan oleh Valdiyantoro (2020) bahwa kadar glukosa darah berbeda nyata antara sumber oksigen (aerator dan nanno) dan waktu pemeliharaan (0,10, 20, 30 hari). Kadar glukosa tertinggi pada masa pemeliharaan 30 hari dengan *nanobubble* yaitu sebesar 29 mg/dL, tetapi interaksi keduanya tidak berbeda nyata. Sebaliknya menurut Chusna (2018), pada ikan Nila, kadar glukosa terendah dengan *nanobubble* dan lama pemeliharaan 30 hari yaitu 66,75 mg/dL, dan tertinggi menggunakan aerator biasa pada hari ke 30 yaitu 84,75 mg/dL.

Kelangsungan Hidup Benih

Keberhasilan transportasi benih ditunjukkan oleh tingkat kelangsungan hidup yang tinggi sampai lokasi pembesaran. Penurunan kualitas air selama transportasi direspons oleh benih, mulai dari respons ringan melibatkan sistem hormonal, respons sedang ditunjukkan dengan kadar glukosa darah yang meningkat dan respons terberat menyebabkan kematian benih (Weber, 2011). Hasil perhitungan kelangsungan hidup benih pasca transportasi 24 dan 48 jam tertera pada Tabel 3.

Tabel 3 Kelangsungan hidup benih (%) pasca transportasi

Sumber Oksigen	Lama Transportasi (jam)		Rataan
	24	48	
Oksigen Murni	83,77±1,08	80,92±0,84	82,35
Nanobubble	83,44±0,68	85,11±0,69	84,28
Rataan	83,61	83,02	

Tabel 3 menunjukkan sumber oksigen yang menggunakan *nanobubble* berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup benih ($p < 0,05$), sedangkan durasi transportasi tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup benih ($P > 0,05$). Selain itu, interaksi sumber oksigen dan durasi transportasi berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup benih ($p < 0,05$), dengan kelangsungan hidup tertinggi pada sumber oksigen *nanobubble* berdurasi 48 jam (85,1%) dan terendah pada sumber oksigen murni berdurasi transportasi 48 jam (80,92%). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Harmon (2009) bahwa terjadi akumulasi sisa metabolisme selama transportasi menyebabkan kualitas air menurun dan jika parameter kimia tidak terkontrol, dapat menurunkan kelangsungan hidup, demikian juga hasil penelitian Silva *et al.* (2015), bahwa konsentrasi oksigen terlarut selama transportasi mempengaruhi kelangsungan hidup. Menurut hasil penelitian Saputra (2020), kelangsungan hidup ikan lebih tinggi pada *nanobubble* dibandingkan dengan aerator biasa. Tekanan internal yang tinggi dan oksigen yang berasal dari *nanobubble* memungkinkan difusi oksigen lebih efisien untuk melintasi insang sehingga kebutuhan oksigen untuk individu ikan terpenuhi (Kugino *et al.*, 2016). Benih udang *Litopenaeus vannamei* pasca transportasi yang dipelihara selama 7 hari, kemudian dihitung tingkat kelangsungan hidup tertera pada Tabel 4.

Tabel 4 Kelangsungan hidup benih (%) pasca pemeliharaan 7 hari

Sumber Oksigen	Durasi Transportasi (jam)		Rataan
	24	48	
Oksigen Murni	83,51±0,29	82,32±0,56	82,92
Nanobubble	84,59±0,36	86,17±0,10	85,38
Rataan	84,05	84,25	

Tabel 4 menunjukkan sumber oksigen berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup pada pemeliharaan 7 hari pasca transportasi ($p < 0,05$), sedangkan durasi transportasi tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup pada pemeliharaan pasca transportasi ($P > 0,05$). Kelangsungan hidup benih lebih tinggi pada transportasi menggunakan *nanobubble* dibandingkan yang menggunakan oksigen murni, setelah benih dipelihara selama 7 hari pasca transportasi. Tabel 3 menunjukkan tingkat kelangsungan hidup benih lebih tinggi pada penggunaan *nanobubble* dibandingkan menggunakan oksigen murni pada akhir transportasi. Berdasarkan data Tabel 3 dan 4 menunjukkan kelangsungan hidup benih pada akhir transportasi diduga berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup benih pada periode pemulihan yaitu 7 hari pasca transportasi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Sarimudin *et al.* (2016) bahwa kelangsungan hidup ikan Mas yang ditransportasi 6 jam dan kontrol (tanpa ditransportasi) sebesar 100%, sedangkan transportasi 9 jam sebesar 88,89%, setelah dipelihara di kolam selama 7 hari ternyata intensitas serangan parasit tertinggi pada transportasi 9 jam dan terendah pada kontrol, demikian juga prevalensi parasit terendah pada kontrol dibandingkan transportasi 6 dan 9 jam.

SIMPULAN

Penggunaan teknologi *nanobubble* dalam transportasi tertutup benih udang mampu menjaga konsentrasi oksigen terlarut lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan oksigen murni, sedangkan konsentrasi karbon dioksida pada *nanobubble* lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan oksigen murni. Konsentrasi TAN, amonia, nitrit, pH, dan suhu relatif sama pada sumber oksigen dan durasi transportasi yang berbeda. Tingkat stres benih selama transportasi relatif sama yang ditandai kadar glukosa darah antar perlakuan tidak berbeda nyata. Kelangsungan hidup benih pada akhir transportasi dan pasca pemeliharaan 7 hari, lebih tinggi yang menggunakan *nanobubble* dibandingkan dengan oksigen murni. Berdasarkan data penelitian tersebut teknologi *nanobubble* dapat dimanfaatkan untuk transportasi benih udang vaname sampai ke lokasi pembesaran dalam kondisi sehat dengan kelangsungan hidup yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Badan Riset dan Sumberdaya Kelautan dan Perikanan yang telah mendukung pendanaan dalam penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pimpinan dan karyawan Agape Hatchery PT. Ki Semar Mas, dan UMKM UD. Kerapu Sumber Rejeki Baru di Situbondo Jawa Timur yang telah mendukung fasilitas dan pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA (2017). Standard method for the examination of water and waste water, 23 d edn. USA: American Water Works Assosation.
- Chusna MA. (2018). Pengembangan Teknologi Nanobubble Pada Budidaya Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Dan Hemoglobin. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Ebina K, Shi K, Hirao M, Hashimoto J, Kawato Y, Kaneshiro S, Morimoto T, Koizumi K & Yoshikawa H. (2013). Oxygen and air nanobubble water solution promote the growth of plants, fishes, and mice. *PLoS One*, 8, (6), e65339.
- Effendie MI. (1977). *Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ferreira PdeMF, Rocha JS, Gomes JR, Caldas DW, Martins MTS, de Oliveira JM, Salaro AL & Zuanon JAS. (2017). Curcuma longa supplementation in the diet of *Astyanax aff. bimaculatus* in preparation for transport. *Aquaculture Research*, 48, (8), 4524–4532.
- Fraciliyani F. (2018). Penerapan Teknologi Nanobubble pada Budidaya Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) Terhadap Kandungan Oksigen Terlarut, Nitrit, dan Amonia Di Media Pemeliharaan. *Tesis*. Univeritas Airlangga.
- Galang DP, Ashari AK, Sulmatiwati L, Mahasri G, Prayogo & Sari LA. (2019). The oxygen content and dissolved oxygen consumption level of white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the nanobubble cultivation system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236, (1). IOP Publishing.
- Grausgruber EE & Weber MJ. (2021). Effect of stocking transport duration on age-0 Walleye. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 12, (1), 70-82.
- Hanif IM. (2021). Pengembangan Sistem Resirkulasi (RAS) dengan Aplikasi Nanobubble untuk Mendukung Produksi Benih Ikan Kerapu. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Harmon TS. (2009). Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: a review of the basics. *Reviews in Aquaculture*, 1, (1), 58–66.
- Jainontee K, Norarat R, Boonchuay S, Thongdon-a R, Unsing A, Booncharoen P, Janwong W & Wesanarat P. (2019). Preliminary study of the effects of air fine (misro/nano) bubbles (FB) on the growth rate of tilapia in Phan District, Chiang Rai, Thailand. *International Journal of Plasma Environmental Science & Technology*, 12, (2), 84-88.
- Kugino K, Tamaru S, Hisatomi Y & Sakaguchi T. (2016). Long-duration carbon dioksida anesthesia of fish using ultra fine (nano)-scale bubbles. *PLoS one* 11 (4), e0153542.
- Mahasri G, Saskia A, Apandi PS, Dewi NN, Rozi & Usuman NM. (2018). Development of an aquaculture system using nanobubble technology for the optimization of dissolved oxygen in culture media for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 137, (1), 0–6. IOP Publishing.
- Nelson N. (1944). Photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. *Journal Biol.Chem* 153, (2) 375-379.
- Sampaio FDF & Freire CA. (2016). An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration. *Fish and Fisheries*, 17, (4), 1055–1072.
- Saputra AD. (2020). Efektivitas Penggunaan Sistem Budidaya Dengan Teknologi Nanobubble Terhadap Pertumbuhan Dan Tingkat Kelangsungan Hidup Pada Ikan Kerapu Cantik (*E. fuscoguttatus X E.microdon*). *Tesis*. Universitas Airlangga.
- Sarimudin R, Nur I & Idris M. (2016). Pengaruh aktivitas transportasi terhadap serangan parasit pada ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Media Akuatika*, 1, 1-14.
- Silva RE, Morais HA, Rodrigues NV, Reis T & Correia JP. (2015). Optimising sealed transports of small ornamental fish. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 3(4), 141.
- Steel RGD & Torrie JH. (1980). *Principles and procedures of statistics a biometrical approach* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Susanti L, Utomo SW & Takarina ND. (2021). Sustainability and feasibility assessments of nanobubble aeration technology in economic-socio environment of *Penaeus vannamei* shrimp farming. *BIO Web of Conferences*, 33, 05005. France: EDP Science.
- Suwandi R, Jacob AM & Muhammad V. (2011). Pengaruh cahaya terhadap aktivitas metabolisme ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada simulasi transportasi sistem tertutup. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14, (2), 92-97.
- Tekile A, Kim I & Lee JY. (2016). Extent and persistence of dissolved oxygen enhancement using nanobubbles. *Environmental Engineering Research*, 21,(4), 427–435.
- Treasurer JW. (2012). Changes in pH during transport of juvenile cod *Gadus morhua* L. and stabilisation using buffering agents. *Aquaculture*, 330, 92–99.
- Valdiyantoro FF. (2020). Kadar Glukosa Darah dan Infestasi Ektoparasit Ikan Kerapu Cantik (*Ephinephelus fuscoguttatus x microdon*) pada Sistem Budidaya dengan Nanobubble. *Tesis*. Universitas Airlangga.
- Weber ES. (2011). Fish analgesia: pain, stress, fear aversion, or nociception?. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*, 14, (1), 21–32.
- Yustiati A, Pribadi SS, Rizal A & Lili W. (2017). Pengaruh kepadatan pada pengangkutan

dengan suhu rendah terhadap kadar glukosa darah dan kelulusan hidup ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuatika Indonesia*, 2, (2), 137-145.