

Penerapan Nanobubble dan Arang Pada Pengangkutan Benur *Litopenaeus vannamei* Terhadap Kualitas Air

Application of Nanobubble and Charcoal in Transporting *Litopenaeus vannamei* Fry on Water Quality

**Agung Doni Anggoro^{1*}, Azam Bachur Zaidy², Agus Somamihardja³, Purwanto⁴,
Muhammad Rasnijal⁵**

^{1,4}Program Studi Teknologi Akuakultur, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta

²Program Studi Penyuluhan Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta, Jl. Cikaret, Bogor

³Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta

⁵Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, Sulawesi Selatan

*Corresponding author : agungdonianggoro1@gmail.com

Received : February 16, 2024 / Accepted : March 30, 2024 / Published : March 31, 2024

Abstrak

Teknologi nanobubble dapat digunakan pada kegiatan budidaya udang vaname dengan kepadatan tinggi. Pengangkutan selama 48 jam, oksigen terlarut perlakuan oksigen murni 9,99-11,39 mg/L, perlakuan nanobubble 20,71-22,65 mg/L. Salinitas tidak berubah dan masih dalam kondisi rentang layak bagi kehidupan benur. Salinitas pada akhir pengangkutan dengan teknologi nanobubble 32 ppt, perlakuan oksigen murni 32,7-33,3 ppt. Suhu air relatif tidak berubah dan masih dalam rentang layak bagi kehidupan benur, suhu 29,13-29,33°C. pH akhir media pengangkutan teknologi nanobubble yakni 7,15-7,66 dan perlakuan oksigen murni 6,97-7,41. Kandungan karbondioksida perlakuan oksigen murni terjadi kenaikan sebesar 13,05-16,51 mg/L, perlakuan nanobubble sebesar 10,78-11,31 mg/L. TAN relatif sama untuk semua perlakuan dengan konsentrasi 5,49 – 5,69 mg/L. Amonia perlakuan oksigen murni sebesar 0,03 sampai 0,09 mg/L, perlakuan nanobubble 0,05-0,15 mg/L. Nitrit perlakuan oksigen murni 0,02-0,05 mg/L. Nitrat konsentrasi nitrat terjadi kenaikan 11,07 sampai 13,97 mg/L.

Kata kunci: Arang aktif, Kualitas air, Nanobubble, Pengangkutan.

Abstract

Nanobubble technology can be used in high density vannamei shrimp farming activities. Transportation closed for 48 hours, pure oxygen 9.99-11.39 mg/L, nanobubble treatment 20.71-22.65 mg/L. Salinity has not changed and is still in a range suitable for true life. Salinity at the end of transport with nanobubble technology 32 ppt, pure oxygen treatment 32.7-33.3 ppt. The water temperature has remained relatively unchanged and is still within the proper range for prawn seeds life, a temperature of 29.13-29.33°C. The final pH of the nanobubble technology transport media was 7.15-7.66 and 6.97-7.41 for pure oxygen treatment. The carbon dioxide content in the pure oxygen treatment increased by 13.05-16.51 mg/L, in the nanobubble treatment by 10.78-11.31 mg/L. TAN was relatively the same for all treatments with a concentration of 5.49 – 5.69 mg/L. Pure oxygen treatment ammonia of 0.03 to 0.09 mg/L, nanobubble treatment of 0.05-0.15 mg/L. Pure oxygen nitrite treatment 0.02-0.05 mg/L. Nitrate concentration increased from 11.07 to 13.97 mg/L.

Keywords: Charcoal, Water quality, Nanobubble, Transportation

PENDAHULUAN

Udang vaname saat ini masih menjadi primadona perikanan di Indonesia, harga udang yang sangat fantastik membuat para pembudidaya berlomba-lomba untuk melakukan kegiatan budidaya di tambak plastik, selain itu budidaya udang pada tambak plastik merupakan salah satu program prioritas yang sedang dikembangkan oleh Kementerian Kelautan Perikanan (Fatalattof et al., 2022). Benih vaname sangat dibutuhkan oleh para pembudidaya udang, namun saat ini di beberapa lokasi jarak antara kegiatan pembesaran dan pembenihan sangat jauh sehingga membutuhkan waktu lebih lama dalam pengangkutan benur (Ariadi et al, 2022). Jarak yang jauh dalam proses pengiriman benur akan berdampak pada tinggi tingkat stres benur selama proses pengiriman.

Teknologi transportasi sangat diperlukan guna mempertahankan benur selama pengangkutan agar tetap sehat (Ariadi et al, 2022). Namun selama transportasi berlangsung perubahan suhu sangat cepat sehingga perlunya penurunan suhu sebelum dilakukan transportasi (Faudzi et al., 2021). Salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kematian benur adalah tingginya kandungan amonia dan karbondioksida

yang disebabkan metabolisme benur selama pengangkutan (Ariadi et al, 2022). Proses metabolisme dapat ditekan melalui penurunan suhu, dengan melakukan penurunan suhu maka amonia dan karbondioksida dalam air dapat diminimalisir (Ariadi et al, 2023).

Pendistribusian pada pengangkutan benur merupakan rantai pasok dalam kegiatan pembenihan udang, sehingga dalam rangka meningkatkan profit dari usaha pembenihan maka diperlukan penekanan biaya (Saputra et al., 2021). Salah satu cara untuk menekan biaya dalam pengangkutan maka dapat dilakukan menggunakan teknologi nanobubble (Ariadi et al, 2022). Teknologi nanobubble dapat digunakan pada kegiatan budidaya udang vaname dengan kepadatan tinggi (Tien et al., 2019). Teknologi nanobubble memiliki pengaruh yang signifikan pada udang vaname melalui respon imun terhadap vibrio sp. (Mahasri et al., 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan nanobubble dan arang pada media pengangkutan benur vaname terhadap kualitas air yang ditransportasikan selama 48 jam.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan November - Desember 2020 di Agape Hatchery PT. Ki Semar Mas dan UMKM UD. Kerapu Sumber Rejeki Baru Situbondo – Jawa Timur. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan percobaan faktorial dengan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor, yaitu sumber oksigen (oksigen murni dan nanobubble) kombinasi arang aktif dan lama pengangkutan 48 jam dengan masing-masing 3 ulangan.

- a) Perlakuan 1 : Oksigen Murni (Arang Aktif 0 gr) lama pengangkutan 48 jam.
- b) Perlakuan 2 : Oksigen Murni (Arang Aktif 5 gr) lama pengangkutan 48 jam.
- c) Perlakuan 3 : Oksigen Murni (Arang Aktif 10 gr) lama pengangkutan 48 jam.
- d) Perlakuan 4 : Nanobubble (Arang Aktif 0 gr) lama pengangkutan 48 jam.
- e) Perlakuan 5 : Nanobubble (Arang Aktif 5 gr) lama pengangkutan 48 jam.

- f) Perlakuan 6 : Nanobubble (Arang Aktif 10 gr) lama pengangkutan 48 jam.

Prosedur Penelitian

Persiapkan air laut kondisi steril dengan salinitas 33-34 ppt pada tandon sebanyak 500 liter, selanjutnya dilakukan injeksi nanobubble pada air tersebut selama 1-2 jam dan tambahkan es agar suhu menjadi 26°C. Kadar oksigen (DO) akan meningkat menjadi 29,1 mg/L, sebelum dilakukan proses packing benur terlebih dahulu dipuasakan selama 24 jam. Benur PL9 dimasukkan ke dalam plastik sebanyak 1.600 ekor / 1,8 L, tambahkan arang dengan dosis 0 gr, 5 gr dan 10 gr. Perlakuan pada oksigen murni diinjeksi kedalam kantong plastik dengan kadar oksigen 16,7 mg/L dan lakukan pengikatan kantong plastik menggunakan karet. Plastik packing yang berisi benur selanjutnya dimasukkan ke dalam styrofoam dan tambahkan es didalam styrofoam tersebut selanjutnya ditransportasikan selama 48 jam menggunakan mobil pick up.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air dan Metode

Parameter	Pengukuran	Metode
DO (mg/L)	Insitu	DO meter
Salinitas (ppt)	Insitu	Refaktometer
Suhu (°C)	Insitu	Termometer

pH	Laboratorium	IKM/7.2.15.K/BPBAPS
Karbon dioksida (mg/L)	Laboratorium	Titrimetri
TAN (mg/L)	Laboratorium	IKM/7.2.14.K/BPBAPS
Amonia (mg/L)	Laboratorium	IKM/7.2.14.K/BPBAPS
Nitrit (mg/L)	Laboratorium	IKM/7.2.14.K/BPBAPS
Nitrat (mg/L)	Laboratorium	Kolorimetri

Analisis Data

Pengujian analisis data menggunakan analisis sidik ragam ANOVA dengan uji F selang kepercayaan 95%, guna mengetahui pengaruh nanobubble yang dikombinasikan dengan arang aktif terhadap perubahan kualitas air

Tabel 2. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	10,21±1,69	11,39±0,61	9,99±1,36
N2	22,65±1,47	20,71±0,51	22,57±2,31

Pengangkutan selama 48 jam, oksigen terlarut pada sumber oksigen murni 9,99-11,39 mg/L sedangkan pada nanobubble 20,71-22,65 mg/L dengan demikian kandungan oksigen terlarut pada media pengangkutan menggunakan teknologi nanobubble lebih tinggi dari pada oksigen murni.

Teknologi nanobubble mampu meningkatkan 11,0 mg/L dibandingkan dengan penggunaan oksigen murni pada media pengangkutan benur. Kondisi awal transportasi pada media pengangkutan teknologi nanobubble 29,1 mg/L sedangkan pada penggunaan oksigen murni 17,60 mg/L. Hal ini

ditransportasikan selama 48 jam. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan SPSS 26 dan uji lanjutan menggunakan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Oksigen Terlarut

sesuai dengan penelitian (Wu et al., 2019) yang menyatakan bahwa penggunaan nanobubble dapat meningkatkan oksigen terlarut sebesar sembilan kali lipat dengan DO awal 0,60 mg/L menjadi 5,00 mg/L sedangkan pada penelitian (Ebina et al., 2013) menyatakan bahwa nanobubble dapat meningkatkan level oksigen terlarut empat kali lipat secara signifikan dengan nilai oksigen terlarut awal pada kontrol 7,7 mg/L menjadi 31,7 mg/L. Penelitian (Hanif, 2021), teknologi nanobubble dapat meningkatkan oksigen terlarut selama 3 jam sebesar 18,23 mg/L dan dapat bertahan selama 12 jam. Hal ini sejalan dengan penelitian (Mahasri et al., 2018)

nanobubble dapat meningkatkan oksigen terlarut 25 mg/L dari awal 6,5 mg/L. Namun demikian pada kondisi akhir pengangkutan oksigen terlarut dengan sumber oksigen berbeda masih dalam kondisi layak untuk kehidupan benur dalam pengangkutan, yakni pada teknologi nanobubble minimal 20,71 mg/L dan oksigen murni 9,99 mg/L. Hal ini sejalan dengan penelitian (Susanti et al., 2020) bahwa untuk meningkatkan oksigen terlarut pada media budidaya dengan cara memasok DO kedalam air melalui teknologi nanobubble, sehingga

Tabel 3. Salinitas

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	32,7±2,31	32,70±2,31	33,3±2,89
N2	32,0±0,00	32,01±0,01	32,00±0,01

Tabel 3. Menunjukkan bahwa selama pengangkutan 48 jam salinitas tidak berubah dalam pengangkutan selama 48 jam dan masih dalam kondisi rentang yang layak bagi kehidupan benur. Salinitas pada akhir pengangkutan dengan teknologi nanobubble 32‰ sedangkan pada oksigen murni 32,7-33,3‰. Berdasarkan (SNI, 2009) bahwa salinitas untuk benih sebar vaname adalah 29-34‰. Hal ini sejalan dengan penelitian (Supriatna et al., 2017) salinitas pada budidaya udang vaname berkisar 27-30‰. Benur vaname mempunyai toleransi yang tinggi

gas yang dihasilkan berupa gelembung halus dalam bentuk cair dengan diameter nano mikron (Soeprapto et al, 2023). Menurut (Nghia et al., 2021) nanobubble merupakan teknologi yang dapat meningkatkan potensi pengurangan oksigen secara signifikan melalui gelembung ozon (Muqsith et al, 2022). Gelembung nano dapat menembus rongga berukuran kecil pada kontaminan dan dapat membungkus padatan serta membuatnya terangkat.

Salinitas

terhadap salinitas, semakin tinggi salinitas maka tekanan osmotik semakin besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abidin (2011) dalam (Rakhfid et al., 2019) yang menyatakan bahwa salinitas mempunyai hubungan erat dengan tekanan osmotik. (Brito et al., 2014) menyatakan bahwa salinitas optimum pada budidaya udang adalah 35,61-36,22‰. Nilai salinitas pada kondisi akhir pengangkutan keduanya masih dalam kondisi masih dalam batas kelayakan untuk kehidupan benur selama pengangkutan, yakni pada sumber oksigen murni minimal 32,7‰

sedangkan pada teknologi nanobubble minimal 32,0 ‰.

Suhu

Tabel 4. Suhu

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	29,30±0,10	29,13±0,15	29,33±0,12
N2	29,10±0,26	29,00±0,35	29,00±0,35

Tabel 4. menunjukkan bahwa selama pengangkutan 48 jam suhu air relatif tidak berubah dan masih dalam rentang yang layak bagi kehidupan benur. Suhu air selama pengangkutan sesuai dengan hasil penelitian yaitu perlakuan oksigen murni transportasi 48 jam terjadi kenaikan suhu berkisar 29,13 sampai 29,33°C sedangkan perlakuan teknologi nanobubble terjadi kenaikan suhu tersebut sebesar 29,00 sampai 29,10°C dibandingkan dengan awal pengemasan yaitu 25,9 sampai 26,1°C untuk teknologi nanobubble sedangkan oksigen murni 26,0-26,9°C. Standar operasional prosedur di hatcheri untuk meningkatkan kelangsungan hidup benur adalah menurunkan suhu air media, menjaga stabilitas suhu agar tidak cepat naik dengan mewadahi kantong benur dengan styrofoam kedap air. Suhu rendah dipercaya akan menurunkan metabolisme benur sehingga kualitas air tetap terjaga dan upaya lain adalah memberikan arang aktif untuk menyerap sisa metabolisme benur selama

pengangkutan (Soeparpto et al, 2023). Suhu mengalami peningkatan akibat mencairnya es pada styrofoam yang berfungsi sebagai penahan panas, hal ini sesuai dengan pernyataan (Munandar et al., 2017) bahwa peningkatan pada suhu pengepakan disebabkan lamanya waktu transportasi sehingga semakin lama waktu transportasi maka semakin meningkat nilai suhu tersebut. Suhu optimum (SNI, 2010) transportasi <6 jam 26-28°C sedangkan transportasi 18-24 jam 20-22°C. Suhu pada media packing selama transportasi sudah melewati optimum dan berdampak laju metabolisme benur mengalami kenaikan, ini terlihat banyaknya feses saat dilakukan pembukaan kemasan packing sehingga berdampak laju metabolisme benur mengalami kenaikan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Ismi et al., 2016) suhu yang diperoleh dalam penelitiannya berkisar 27,8-28,1°C pada transportasi benih dengan nilai SR tertinggi 99%. Hasil pengamatan suhu selama transportasi berlangsung menunjukkan peningkatan, terjadinya

peningkatan suhu dapat berdampak pada penurunan kandungan oksigen dalam perairan sehingga meningkatnya hasil metabolisme dan kebutuhan akan konsumsi oksigen dalam media transportasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Humairani et al., 2016) bahwa terjadinya peningkatan biokimia

pada tubuh udang terjadi akibat dari meningkatnya suhu, namun proses metabolisme udang terjadi penurunan ketika kondisi suhu menurun (Taufiqurrohman et al, 2023).

pH

Tabel 5. pH

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	6,97±0,96	7,26±0,18	7,41±0,35
N2	7,15±0,18	7,16±0,16	7,66±0,32

Tabel 5. Menunjukkan bahwa selama pengangkutan 48 jam pH pada akhir media pengangkutan teknologi nanobubble yakni 7,15-7,66 sedangkan pada oksigen murni 6,97-7,41 dibandingkan dengan awal proses pengemasan yaitu 8,10-8,21 dengan teknologi nanobubble dan oksigen murni. Kondisi pH selama penelitian berlangsung mengalami penurunan seiring lamanya waktu transportasi dan jumlah kepadatan benur dalam wadah packing, meski demikian kelangsungan hidup benur masih tergolong tinggi

karena pada kisaran tersebut masih dalam batas optimum (Mardiana et al, 2023).. Hal ini sesuai dengan pernyataan Carneiro et al., (2009) dalam (Syamsunarno et al., 2019) bahwa kisaran nilai pH pada transportasi 6,5-8,5. Berdasarkan (SNI, 2009) nilai pH produksi naupli dan benur yaitu 7,5-8,5. Menurut (Wyban & Sweeny, 1991) dalam (Sahrijanna & Septiningsih, 2017) bahwa nilai pH untuk budidaya udang secara intensif berkisar 7,4-8,9 dengan nilai optimum 8,0.

Karbondioksida

Tabel 6. Karbondioksida

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	16,51±0,61	14,25±1,20	13,05±0,23
N2	11,31±0,51	10,91±3,00	10,78±1,20

Tabel 6 menunjukkan konsentrasi karbondioksida lebih tinggi pada oksigen murni dengan dosis arang rendah dibanding nanobubble dengan dosis arang tinggi. Pengangkutan 48 jam kandungan karbondioksida perlakuan oksigen murni dan dosis arang berbeda terjadi kenaikan sebesar 13,05 sampai 16,51 mg/L sedangkan perlakuan nanobubble dan dosis arang berbeda terjadi kenaikan sebesar 10,78 sampai 11,31 mg/L. Hasil pengamatan karbondioksida pada kantong benur mengalami peningkatan selama proses transportasi, karena kondisi benur dalam media packing membutuhkan oksigen guna melakukan aktivitas untuk bergerak. Menurut penelitian Swingle (1968) dalam (Sunardi et al., 2016)

Tabel 7. TAN

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	5,69±0,14	5,54±0,58	5,54±0,08
N2	5,63±0,11	5,49±0,59	5,57±0,08

Tabel 7 menunjukkan konsentrasi TAN relatif sama untuk semua perlakuan dengan konsentrasi 5,49-5,69 mg/L. Perlakuan transportasi 48 jam menggunakan oksigen murni dan dosis arang berbeda terjadi kenaikan 5,54 sampai 5,69 mg/L, sedangkan pada perlakuan nanobubble dan dosis arang berbeda konsentrasi total terjadi

bahwa kandungan CO₂ mencapai 12 ppm berdampak ikan menjadi stres dan CO₂ mencapai 30 ppm beberapa jenis ikan mengalami kematian. Namun hal ini berbeda dengan pernyataan (Supriyono et al., 2011) bahwa karbondioksida pada media pengangkutan tertutup selama 24 jam konsentrasi amonia meningkat dari 0,0004 mg/L menjadi 0,0092 yang diberi 20 g zeolit dan 10 g arang aktif, sedangkan pada kontrol meningkat menjadi 0,0206 mg/L sedangkan pengangkutan selama 72 jam karbondioksida berkisar 50,42 mg/l dengan SR 83,11%.

TAN

kenaikan sebesar 5,49 sampai 5,63 mg/L. Hasil yang diperoleh saat penelitian bahwa nilai total amonia nitrogen menunjukkan adanya kenaikan dibandingkan dengan awal proses sebelum dilakukan pengangkutan pada perlakuan nanobubble dosis arang berbeda dan perlakuan oksigen murni dosis arang berbeda yaitu <0,01. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zhou & Boyd

(2015) dalam (Susanti et al., 2020) bahwa meningkatnya kandungan total amonia nitrogen berkisar antara 5-15 mg/L. Pada kegiatan transportasi kandungan total amonia nitrogen dihasilkan dari hasil metabolisme yang berupa ekskresi benur selama dalam perjalanan, meningkatnya total amonia nitrogen disebabkan terjadinya kompetisi

dalam ruang gerak karena tingginya kepadatan dalam wadah packing sehingga benur dapat mengalami kondisi stres. Hal ini sejalan dengan penelitian (Ismi et al., 2016) bahwa metabolisme meningkat dapat menyebabkan kondisi ikan stres dalam transportasi tertutup.

Amonia

Tabel 8. Amonia

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	0,03±0,02	0,07±0,03	0,09±0,05
N2	0,03±0,02	0,08±0,04	0,15±0,08

Waktu pengangkutan selama 48 jam cukup lama berdampak terjadi akumulasi metabolisme amonia tertinggi 0,15 mg/L sehingga dapat menyebabkan kualitas air menurun dan hipoksia (Crosby et al., 2006). Menurut (Supriyono et al., 2011) pengangkutan tertutup selama 24 jam konsentrasi amonia meningkat dari 0,0004 mg/L menjadi 0,0092 yang diberi 20 g zeolit dan 10 g arang aktif, sedangkan pada kontrol meningkat menjadi 0,0206 mg/L. Perpanjangan pengangkutan selama 48 jam terjadi kenaikan amonia perlakuan oksigen murni dosis arang berbeda sebesar 0,03 sampai 0,09 mg/L sedangkan perlakuan nanobubble dosis arang berbeda terjadi

kenaikan 0,05 sampai 0,15 mg/L dibandingkan dengan perlakuan oksigen murni dan dosis arang berbeda awal pengemasan 0,00 mg/L dan akhir 0,03-0,09 mg/L sedangkan pada perlakuan nanobubble dan dosis arang berbeda adalah 0,00 mg/L dan akhir 0,05-0,15 mg/L. Menurut (Midihatama et al., 2018) bahwa arang sudah diketahui dan dilaporkan berbagai riset, bahkan sudah umum digunakan untuk menyerap amonia dan gas lainnya selama transportasi ikan. Amonia dapat bersifat toksik pada nilai tertentu, nilai amonia 1,5 mg/L dapat bersifat racun bagi ikan (Wahyuningsih & Gitarama, 2020).

Nitrit

Tabel 9. Nitrit

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)

N1	0,05±0,01	0,03±0,03	0,02±0,02
N2	0,07±0,01	0,08±0,03	0,06±0,03

Tabel 9. Menunjukkan selama pengangkutan 48 jam kandungan nitrit cenderung lebih tinggi pada nannobubble dan dosis arang aktif yang tinggi. Perlakuan pengangkutan pada 48 jam menggunakan oksigen murni dan dosis arang berbeda terjadi kenaikan 0,02 sampai 0,05 mg/L sedangkan pada perlakuan nanobubble dan dosis karbon berbeda terjadi kenaikan 0,06 sampai 0,07 mg/L. Berdasarkan (SNI, 2009) bahwa kisaran nitrit untuk proses produksi nauplius dan benur maksimal 0,1 mg/L. Hasil pengukuran nitrit pada pengangkutan benur dengan penggunaan sumber oksigen dan dosis arang berbeda menunjukkan hasil sesuai dengan batas Tabel 10. Nitrat

kelayakan pada proses pengangkutan benur. Nitrit adalah proses peralihan nitrat dengan amonia melalui proses nitrifikasi dan gas hidrogen dengan nitrat melalui proses denitrifikasi. Hasil penelitian (Ratnawati et al., 2020) menyatakan bahwa kandungan nitrit 0,001-0,009 mg/L pada kualitas air dalam pembenihan udang skala kecil dan besar di hatchery, kandungan nitrit yang berlebih dapat berdampak racun sebab dapat membentuk *methemoglobin* dimana hemoglobin tidak dapat mengikat oksigen.

Nitrat

Sumber Oksigen	Arang (g)		
	0 (A1)	5 (A2)	10 (A3)
N1	12,53±3,37	11,07±4,80	13,97±1,39
N2	15,13±5,02	14,17±1,56	16,30±0,96

Tabel 10. Menunjukkan selama pengangkutan 48 jam konsentrasi nitrat terjadi kenaikan 11,07 sampai 13,97 mg/L pada perlakuan oksigen murni dosis arang berbeda sedangkan perlakuan nanobubble dan dosis arang berbeda terjadi kenaikan nitrat 15,13 sampai 16,30 mg/L. Hasil akhir pengukuran nitrat (NO₃) selama

transportasi berlangsung mengalami kenaikan, namun kondisi ini masih dalam batas toleransi nilai nitrat pada transportasi sehingga tidak membahayakan bagi kondisi benur dalam wadah packing (Taufiqurrohman et al, 2023). Hal ini sesuai dengan pernyataan Tsai dan Chen (2002) dalam (Makmur et al., 2018) bahwa nilai

optimal nitrat pada kegiatan budidaya udang vannamei adalah <20 mg/L. Menurut (Boyd & Clay, 2002) nilai nitrat dibawah 50 mg/L tidak beracun bagi udang.

KESIMPULAN

Pengangkutan benur selama 48 jam, Oksigen terlarut pada perlakuan oksigen murni 9,99-11,39 mg/L, nanobubble 20,71-22,65 mg/L. Salinitas tidak berubah dan masih dalam kondisi rentang layak bagi kehidupan benur. Suhu air relatif tidak berubah dan masih dalam rentang layak bagi kehidupan benur, suhu 29,13-29,33°C. pH akhir media pengangkutan teknologi nanobubble yakni 7,15-7,66 dan perlakuan oksigen murni 6,97-7,41. Kandungan karbondioksida perlakuan oksigen murni terjadi kenaikan sebesar 13,05-16,51 mg/L, perlakuan nanobubble sebesar 10,78-11,31 mg/L. TAN relatif sama untuk semua perlakuan dengan konsentrasi 5,49-5,69 mg/L. Amonia perlakuan oksigen murni sebesar 0,03 sampai 0,09 mg/L, perlakuan nanobubble 0,05-0,15 mg/L. Nitrit perlakuan oksigen murni 0,02-0,05 mg/L. Nitrat konsentrasi nitrat terjadi kenaikan 11,07 sampai 13,97 mg/L.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Badan Penyuluhan Dan Pengembangan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan yang telah mensuport dalam pembiayaan penelitian ini, Ucapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada keluarga besar Politeknik Ahli Usaha Perikanan - Jakarta dan Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SUPM) - Tegal serta Pimpinan Hatchery Agape PT. Ki Semar Mas serta UMKM UD. Kerapu Sumber Rejeki Situbondo - Jawa Timur yang sudah memfasilitasi dalam pelaksanaan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghnia, W. N., Yustiati, A., & Rosidah. 2016. Aplikasi Teknologi Nano dalam Sistem Aerasi pada Pendederan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Perikanan Kelautan, 7(2), 29–34.
- Ariadi H, Hasan R.A.N, Mujtahidah T, Wafi A. 2022. Peluang pengembangan produksi perikanan tangkap di wilayah Kabupaten Tegal dan Pekalongan pada masa mendatang. Agromix 13(2), 152-158.
- Ariadi H, Khristanto A, Soeprapto H, Kumalasari D, Sihombing J.L. 2022. Plankton and its potential utilization for climate resilient fish culture. AACL Bioflux 15(4), 2041-2051.
- Ariadi H, Mardiana T.Y, Linayati. 2022. Aplikasi Penerapan Biosecurity Pada Kegiatan Budidaya Udang di PT. Manunggal Setia Makmur,

- Kabupaten Probolinggo. Jurnal Komunitas : Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat 4(2), 167-170.
- Ariadi H, Mujtahidah T, Hidayati S. 2022. Pelaksanaan Tradisi Petik Laut Nelayan Hindu dan Islam Dalam Korelasi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir di Jembrana. Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan 12(2), 137-144.
- Ariadi H, Syakirin M.B, Mardiana T.Y, Soeprapto H, Linayati, Madusari B.D 2023. Kelimpahan plankton *Prorocentrum* sp. pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). AGROMIX 14(2), 215-220.
- Arifin, M. Y., Supriyono, E., & Widanarni. 2014. Total Hemosit, Glukosa dan Survival Rate Udang Mantis (*Harpiesquilla raphidea*) Pasca Transportasi dengan Dua Sistem yang Berbeda. Jurnal Kelautan Nasional, 9(2), 111–119.
- Boyd, C., & Clay, J. W. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture LTd: A Superintensive Shrimp Aquaculture System. Report Prepared Under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 17 Pages.
- Brito, L. O., Arana, L. A. V., Soares, R. B., Severi, W., Miranda, R. H., Silva, S. M. B. C. da, Coimbra, M. R. M., & Galvez, A. O. 2014. Water Quality, Phytoplankton Composition and Growth of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in an Integrated Biofloc System With *Glacilaria birdiae* (Greville) and *Glacilaria domingensis* (Kutzing). Aquacult Int. Springer, 22, 1649–1664.
- Crosby, T. C., Hill, J. E., Martinez, C. V., Watson, C. A., & Yanong, R. P. 2006. On-Farm Transport of Ornamental Fish. Edis, 2006(33), 1–6. <https://doi.org/10.32473/edis-fa119-2006>
- 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), 2–8.
- Ernawati, & Rochmady. 2017. Pengaruh Pemupukan dan Padat Penebaran Terhadap Tingkat Kelangsungan hidup dan Pertumbuhan Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Akuatikis: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, 1(1), 1–10.
- Fatalattof. A, A., Yustiati, A., & Andriani, Y. 2022. Review Teknik Budidaya Udang Pada Tambak Plastik (Busmetik). Indonesian Journal Of Aquaculture Medium, 2(1), 1–11.
- Faudzi, N. M., Sobri, M. I., Othman, R., Ching, F. F., & Shaleh, S. R. M. 2021. Water temperature and stocking density for long- hour transportation of hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* x *E. lanceolatus*. AACL Bioflux, 14(2), 1098–1106.
- Hanif, I. M. 2021. Pengembangan Sistem Resirkulasi (RAS) Dengan Aplikasi Nanobubble untuk Mendukung Produksi Benih Ikan Kerapu. Dinas Kelautan dan Perikanan Situbondo. Situbondo.
- Harmon, T. S. 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.

- Humairani, Supriyono, E., & Nirmala, K. 2016. Penambahan Zeolit, Karbon Aktif, Minyak Cengkeh dan Salinitas yang Berbeda Terhadap Respon Glukosa, Tingkat Kerja Osmotik dan Histologi Benih Udang Galah pada Simulasi Transportasi Tertutup Dengan Kepadatan Tinggi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1), 215–226.
- Ismi, S., Kusumawati, D., & Asih, Y. N. 2016. Pengaruh Lama Waktu Pemuaan dan Beda Kepadatan Benih Kerapu pada Transportasi Secara Tertutup. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2), 625–632.
- Mahasri, G., Saskia, A., Apandi, P. S., Dewi, N. N., & Usuman, R. and N. M. 2018. Development of an Aquaculture System Using Nanobubble Technology For The Optimation of Dissolved Oxygen In Culture Media For Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Asean-Fen International Fisheries Symposium, IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science.*, 137(1). 1-11.
- Mahasri, G., Sulmatiwati, L., Prayogo, S., Pamenang, G. D., & Harifa, A. I. 2019. Nanobubble Aquaculture System: Its Effect Towards Immune Response and Infection of *Vibrio* sp. in *Vannamei* Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Indian Veterinary Journal*, 96(5), 21–23.
- Maizar, A., Hertika, S., Arfiati, D., Lusiana, E. D., Baghaz, R., Putra, D. S. 2021. *Gambusia affinis* diperaikan sungai brantas. UB Press. Malang.
- Makmur, Suwono, H. S., Fahrur, M., & Syah, R. 2018. Pengaruh Jumlah Titik Aerasi pada Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 727–738.
- Mardiana T.Y, Ariadi H, Linayati, Wijianto, Fahrurrozi A, Maghfiroh. 2023. Estimation of Water Carrying Capacity for Floating Net Cage Cultivation Activities in Pekalongan Coastal Waters. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 25(1), 19-24.
- Midihatama, A., Subandiyono, & Haditomo, A. H. C. 2018. Pengaruh Eugenol Terhadap Kadar Darah dan Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) selama dan setelah Periode Transportasi Sistem Tertutup. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(2), 12–17.
- Munandar, A., Habibi, G. T., Haryati, S., & Syamsunarno, M. B. 2017. Effectivitas Infusum Daun Durian *Durio zibethinus* sebagai Anestesi Alami Ikan Bawal Air Tawar *Colossoma macropomum*. *Depik, Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 6(1), 1–8.
- Muqsith A, Wafi A, Ariadi H. 2022. Peta Tematik Kesesuaian Paramater Fisika Air Untuk Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan* 13(1), 32-43.
- Nghia, N. H., Van, P. T., Giang, P. T., Hanh, N. T., St-Hilaire, S., & Domingos, J. A. 2021. Control of *Vibrio parahaemolyticus* (AHPND strain) and Improvement of Water Quality Using Nanobubble Technology. *Aquaculture Research*, 1–13.
- Nirmala, K., Hadiroseyani, Y., & Widiasto, R. P. 2012. Penambahan Garam dalam Air Media yang Berisi Zeolit dan Arang aktif pada Transportasi Sistem Tertutup Benih Ikan Gurami *Osphronemus goramy* Lac. *Jurnal Perikanan*

- 11(2), 190–201.
- Rachmawati, F. N., Susilo, U., & Sistina, Y. 2010. Respon Fisologi Ikan Nila *Oreochromis niloticus* yang Distimulasi dengan Daur Pemuaan dan Pemberian Pakan Kembali. Seminar Nasional Biologi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Yogyakarta.
- Rakhfid, A., Erna, E., Rochmady, R., Fendi, F., Ihu, M. Z., & Karyawati, K. 2019. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Juvenil Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Salinitas Air Media Berbeda. *Akuatikisile : Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 3(1), 23–29.
- Ratnawati, E., Mustafa, A., & Tarunamulia. 2020. Keragaan Panti Benih Udang Skala Kecil dan Besar di Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang. *Media Akuakultur*, 15(2), 79–88.
- Sahrijanna, A., & Septiningsih, E. 2017. Variasi Waktu Kualitas Air Pada Tambak Budidaya Udang Dengan Teknologi Integrated Multitrophic Aquaculture (IMTA) di Mamuju Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 8(16), 52–57.
- Saputra, H. K., Hamka, M. S., Susanti, L., Mulyani, R., Dwiarto, A., & Alam, H. S. 2021. Aplikasi Teknologi Aerasi Dan Bioekonomi Pada Transportasi Benur Udang Vaname *Litopenaeus Vannamei* Jarak Pendek Dengan Kepadatan Berbeda. *Jurnal Sains Terapan*, 11(1), 9–19.
- SNI. 2009. Produksi Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Kelas Benih Sebar. Badan Standarisasi Nasional, SNI 2009, 1–16.
- SNI. 2010. Pengemasan Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Sarana Angkutan Udara. SNI 2009, 1–16.
- Soeprapto H, Ariadi H, Badrudin U, Soedibya P.H.T. 2023. The abundance of *Microcystis* sp. on intensive shrimp ponds. *Depik* 12(1), 105-110.
- Soeprapto H, Ariadi H, Badrudin U. 2023. The dynamics of *Chlorella* spp. abundance and its relationship with water quality parameters in intensive shrimp ponds. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 24(5), 2919-2916.
- Sunardi, Syahrizal, & Arifin, Z. 2016. Efektifitas Biodekomposer saat Pengangkutan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* Var. Sangkuriang) dengan Kepadatan Tinggi pada Transportasi Tertutup untuk Kebutuhan Budidaya. *Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau*, 1(1), 44–52.
- Supriatna, Marsoedi, Hariati, A. M., & Mahmudi, M. 2017. Dissolved Oxygen Models in Intensive Culture of Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in East Java, Indonesia. *AACL Bioflux*, 10(4), 768–778.
- Supriyono, E., Syahputra, R., Ghazali, M. F. R., Wahjuningrum, D., Nirmala, K., & Kristanto, A. H. 2011. Efektifitas Pemberian Zeolit, Arang Aktif dan Minyak Cengkeh Terhadap Hormon Kortisol dan Gambaran Darah Benih Ikan Patin *Pangasionodon hypophthalmus* pada Pengangkutan dengan Kepadatan Tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1), 67–75.
- Susanti, L., Utomo, S. W., & Takarina, N. D. 2020. Dissolved Oxygen , Temperature, and Total Ammonia Nitrogen Management of *Penaeus vannamei* Postlarvae 10 Hatchery Using Nanobubble Technology. *Proceeding of the 7th International*

- Conference on Fisheries and Aquaculture, 6(1), 21–28.
- Syamsunarno, M. B., Maulana, M. K., Indaryanto, F. R., & Mustahal, M. 2019. Kepadatan Optimum untuk Menunjang Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Transportasi Sistem Tertutup. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 70–78.
- Tang, U. M., Aryani, N., Masjudi, H., & Hidayat, K. 2018. Pengaruh Suhu Terhadap Stres pada Ikan Baung (*Hemibagrus Nemurus*). *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 2, 43–49.
- Taufiqurrohman, A.H.A., Wibowo, D.E., Ariadi, H. 2023. Aquaculture Development Strategy Based on the Study of UU No. 31 Tahun 2014. *INCOSHA 1*, 277-282.
- Taufiqurrohman, A.H.A., Wibowo, D.E., Ariadi, H. 2023. Study of Fisheries Law For The Development of the Aquaculture Sector In Land Based Areas. *DE LEGA LATA: Jurnal Ilmu Hukum* 8 (2), 253-259
- Tien, N. N., Matsushashi, R., & Chau, V. T. T. B. 2019. A Sustainable Energy Model for Shrimp Farms in the Mekong Delta. *Energy Procedia*, 157, 926–938. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.259>
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. 2020. Amonia pada Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia Syntax Literate*, 5(2), 112–125.
- Wu, Y., Lin, H., Yin, W., Shao, S., Lv, S., & Hu, Y. 2019. Water Quality and Microbial Community Changes in an Urban River after Micro-Nano Bubble Technology in Situ Treatment. *Water*. MDPI, Basel, Switzerland, 11(1), 1–14.