Tersedia online di: http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra

SEKUENS mtDNA CO-1, KARAKTER REPRODUKSI DAN TOLERANSI TERHADAP LINGKUNGAN DARI UDANG GALAH BENGAWAN SOLO

Estu Nugroho[*)#], Astuti[**)], Fitriana Yulaeni[**)], Pristika Y. Praninda[**)], Riyan K. Putra[**)], Suprayitno[**)], Dian A. Hariyanti[**)], Latifah Sutandi[**)], dan Farid Irvani[**)]

[*)] Pusat Riset Perikanan
Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara 14430

[**)] Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya
Cangkringan, Argomulyo, Sleman, Jogjakarta

(Naskah diterima: 17 Juni 2019; Revisi final: 11 Desember 2019; Disetujui publikasi: 12 Desember 2019)

ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai pusat sumber daya udang air tawar, salah satu di antaranya adalah udang galah dari daerah aliran sungai (DAS) Bengawan Solo. Kegiatan penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi secara genetik dan mendapatkan informasi tentang karakter reproduksi dan daya adaptasinya terhadap lingkungan dari udang galah Bengawan Solo. Identifikasi dilakukan melalui sekuensing daerah mtDNA CO-1. Pengamatan reproduksi dilakukan pada saat matang gonad pertama. Toleransi terhadap lingkungan terdiri atas uji salinitas, pH, suhu, dan oksigen terlarut (DO). Data sekuensing dianalisis dengan menggunakan program CLUSTAL OMEGA. Data reproduksi dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan program Excel. Data hasil uji toleransi terhadap lingkungan dianalisis dengan menggunakan program SPSS 16. Sekuens mtDNA CO-1 udang galah Bengawan Solo mempunyai tingkat similaritas 98% terhadap *Macrobrachium rosenbergii* (KM234150). Proporsi basa A (27,62%), G (19,53%), T (27,34%), dan C (25,52%) menyusun 239 residu asam amino. Filogenetik berdasarkan jarak genetik mengelompokkan udang galah Bengawan Solo, GImacro, Siratu, Mahakam, dan KM234150 dalam satu grup. Induk udang galah umur 216 hari mencapai matang gonad yang pertama dengan ukuran panjang 15,32 ± 0,58 cm; bobot 48,58 ± 5,87 g (jantan) dan 13,86 ± 0,75 cm; bobot 29,04 ± 4,64 g (betina). Tingkat fekunditas yang dimiliki oleh induk betina adalah 834,67 ± 57,73 butir/g. Diameter telur berkisar 0,40-0,53 mm dengan bobot rata-rata 0,112 g. Sintasan larva hingga umur satu bulan adalah sebesar 50,56 ± 0,61%. Benih udang galah pada salinitas 5-25 ppt mempunyai tingkat sintasan 73,33%-86,67%; pH 4-8 dengan tingkat sintasan 66,67%-73,33%; suhu 20°C-34°C dengan tingkat sintasan 76,67%-96,67% dan tingkat oksigen yang dibutuhkan benih udang galah > 1,04 mg/L.

KATA KUNCI: sekuens CO-1; reproduksi; toleransi lingkungan; udang galah Bengawan Solo

ABSTRACT: CO-1 sequence, reproductive character, and environmental tolerance of giant freshwater prawn of Bengawan Solo. By: Estu Nugroho[*)], Astuti, Fitriana Yulaeni, Pristika Y. Praninda, Riyan K. Putra, Suprayitno, Dian A. Hariyanti, Latifah Sutandi, dan Farid Irvani

Indonesia is known as a resource center for freshwater shrimp, one of which is the giant freshwater prawn from Bengawan Solo watershed. This research aimed to genetically identify and obtain information about the giant freshwater prawn's reproduction and adaptation characters in a culture environment. Identification was made by sequencing the MtDNA CO-1 region. Reproductive observation was carried out when the first gonad matured. Environmental tolerance tests consisted of salinity, pH, temperature, and dissolved oxygen (DO) tests. Sequencing data were analyzed using the CLUSTAL OMEGA program. Reproduction data were analyzed descriptively using the Excel program. Data from the environmental tolerance tests were analyzed using the SPSS 16 software package. The mtDNA CO-1 sequencing result of Bengawan Solo prawns has a 98% similarity rate to ***Macrobrachium rosenbergii*** *(KM234150). The proportions of base A (27.62%), G (19.53%), T (27.34%), and C (25.52%) have compiled 239 amino acid residues. Phylogenetic analysis based on the genetic distance has grouped Bengawan Solo, GImacro, Siratu, Mahakam, and* ***M. rosenbergii****-KM234150 in one group. The broodstock parent reached the first gonadal maturity at 216 days with an average body*

[#] Korespondensi: Pusat Riset Perikanan.
Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara 14430, Indonesia
Tel. + 62 21 64700928
E-mail: *ngroho@yahoo.com*

length and weight of 15.32 ± 0.58 cm; 48.58 ± 5.87 g for male and 13.86 ± 0.75 cm; 29.04 ± 4.64 g for female, respectively. The fecundity rate of the female parent was 834.67 ± 57.73 eggs/g body weight. Egg diameters ranged from 0.40 to 0.53 mm, with an average weight of 0.112 g. Larval survival was 50.56 ± 0.61%. Seed prawns subjected with: salinity tests between 5-25 ppt have survival rates between 73.33%-86.67%; pH tests ranged between 4-8 have survival rates between 66.67%-73.33%; temperature test between 20°C-34°C have survival rate between 76.67%-96.67%. The optimum oxygen level needed for giant prawn seeds > 1.04 mg/L.

KEYWORDS: ***sequence CO-1; reproduction; environmental tolerance; Bengawan Solo freshwater prawn***

PENDAHULUAN

Populasi udang air tawar di Indonesia adalah unik dan distribusi geografisnya diakui sebagai pusat sumber daya udang air tawar karena sekitar 19 spesies berada dihampir semua pulau di Indonesia (Holthuis, 1980). Potensi sumber daya genetik ini belum dimanfaatkan secara memadai, walaupun budidaya udang galah di Indonesia telah berkembang pesat tidak hanya dalam skala besar tetapi juga dalam skala kecil (Khasani, 2008).

Tercatat telah terjadi peningkatan sekitar 24,84% produksi benih udang galah air tawar dari periode tahun 2010 sampai 2014, dengan rata-rata produksi sekitar 47 miliar individu per tahun (Rahmantya *et al*., 2015). Keadaan ini secara tidak langsung dapat merefleksikan tentang besarnya produksi pada segmen pembesaran. Pada tahun 2017, nilai produksi udang galah air tawar adalah Rp1,5 triliun atau sekitar 2,66% dari nilai produksi komoditas udang secara nasional.

Sebagai upaya dalam rangka memanfaatkan sumber daya genetik udang galah adalah dengan mengeksplorasi berbagai sumber daya genetik udang galah di Indonesia, salah satunya dari DAS Bengawan Solo. Udang galah ini mempunyai keistimewaan yaitu proporsi ukuran rasio karapaks yang relatif lebih pendek terhadap panjang standarnya yaitu 43,92 % pada udang galah jantan,dan 41,04% pada udang galah betina (BPTPB, 2019). Udang galah jantan dan betina *strain* Siratu yang telah dirilis mempunyai nilai rasio karapaks terhadap panjang standar berturut-turut 56% dan 49% (BBPBAT, 2014).

Keberhasilan budidaya akan sangat bergantung dari ketersediaan benih yang memadai dari segi jumlah dan kualitasnya. Identifikasi secara genetik tentang jenis udang galah, serta informasi tentang sifat reproduksi dan adaptasi terhadap lingkungan akan dapat bermanfaat dalam upaya domestikasi udang galah tersebut dari perairan alaminya dan selanjutnya sebagai bahan untuk kegiatan budidaya.

BAHAN DAN METODE

Udang Uji

Udang galah yang digunakan dalam kegiatan ini adalah udang galah dari proses domestikasi pada populasi yang dikoleksi dari Sungai Bengawan Solo, Jawa Tengah. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Daerah Istimewa Jogjakarta pada tahun 2013 hingga 2018.

Sekuens CO-1

Analisis molekuler sampel udang galah Bengawan Solo dilakukan pada DNA mitokondria daerah *Cytochrome C Oxidase sub-unit 1* (CO-1). Sebagai pembanding adalah sampel udang galah verietas GIMacro, Siratu, dan Mahakam. Sekuensing dilakukan di laboratorium 1st Base, Singapura. Primer yang digunakan adalah primer barkoding standar yaitu LCO1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') dan HCO2198 (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3') dengan target panjang fragmen 717 bp (Folmer *et al*., 1994). Parameter yang diamati adalah proporsi basa dan jumlah residu asam amino, serta kekerabatan antar varietas. Selain itu, juga dibandingkan terhadap sekuens yang terdapat di Genbank yang terdiri atas sampel *M. equidens* (no. akses KF882423), *M. lamarrei* (KX214618), dan *M. rosenbergii* (KM234150).

Reproduksi

Induk udang galah betina yang matang gonad pertama ditandai dengan ovari yang berwarna kekuningan, sedangkan induk udang galah jantan mempunyai kantung sperma yang sudah penuh. Sebanyak 625 pasang induk udang galah yang sudah matang gonad dipijahkan secara alami dengan menggunakan kolam tanah ukuran 25 m x 10 m. Setelah terjadi pemijahan yang diamati dari kandungan telur udang betina yang menempel pada kaki renang, indukan betina yang mengandung telur diambil dan dipindahkan pada bak penetasan ukuran 4 m x 1 m yang berisi air dengan salinitas 7 ppt dan padat tebar yang digunakan adalah 50 ekor/m^2. Larva yang dihasilkan dipelihara di bak pendederan selama 30 hari dengan padat tebar 50 ekor/L. Karakter reproduksi yang diamati terdiri atas parameter ukuran induk, fekunditas telur, diameter telur, bobot telur, dan sintasan larva yang dihasilkan.

Sebanyak 30 ekor induk betina dan 30 ekor induk jantan diambil untuk dilakukan pengukuran panjang dan bobot badan udang. Perhitungan fekunditas telur

 Copyright @ 2020, Jurnal Riset Akuakultur, p-ISSN 1907-6754; e-ISSN 2502-6534

udang galah dilakukan pada 25 ekor sampel induk betina yang sudah memiliki telur dengan cara menimbang bobot, menimbang induk setelah menetaskan telur, dan menimbang telur per butir. Sintasan larva dihitung dengan menghitung jumlah larva dipanen setelah pemeliharaan 30 hari.

Uji Toleransi Lingkungan

Udang yang digunakan dalam pengujian toleransi terhadap lingkungan adalah benih udang dengan panjang 9-10 cm dan ukuran rata-rata 9,22 g. Parameter toleransi lingkungan yang diuji meliputi salinitas, pH, suhu, dan oksigen terlarut. Pengamatan parameter salinitas, pH, dan suhu dilakukan dengan metode LC_{50-96}, sedangkan pengamatan oksigen terlarut dengan metode LC_{50}.

Pengujian salinitas dilakukan di akuarium ukuran 40 cm x 20 cm x 25 cm dengan perlakuan berupa media air yang mempunyai salinitas 5, 10, 15, 20, dan 25 ppt masing-masing dengan tiga ulangan. Kepadatan benih yang digunakan adalah 20 ekor/akuarium dan diamati selama 96 jam (empat hari).

Pengujian pH dilakukan di akuarium ukuran 40 cm x 20 cm x 25 cm dengan perlakuan berupa media air yang mempunyai nilai pH 4, 6, dan 8; masing-masing dengan tiga ulangan. Kepadatan benih yang digunakan adalah 20 ekor/akuarium dan diamati selama 96 jam (empat hari).

Pengujian suhu dilakukan di akuarium yang ditempatkan pada ruangan yang dilengkapi dengan pendingin ruangan (AC). Pengaturan suhu air dilakukan dengan menggunakan alat pemanas (*heater*). Perlakuan berupa media air dengan suhu 18°C, 20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C, dan 34°C; masing-masing dengan tiga ulangan. Kepadatan benih yang digunakan adalah 20 ekor/akuarium dan diamati selama 96 jam (empat hari).

Pengujian oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO) dilakukan dengan menggunakan wadah berupa toples plastik volume 20 liter. Media air di aerasi atau ditambahkan oksigen hingga mencapai kandungan 10 mg/L. Benih ikan dimasukan dan wadah ditutup rapat. Kepadatan benih yang digunakan adalah 10 ekor/wadah dan diamati sampai terjadi kematian 50% dan diukur kembali kadar oksigen terlarut.

Analisis Data

Penjajaran (*alignment*) data sekuens CO-1 dilakukan dengan menggunakan program CLUSTAL OMEGA. Parameter yang dianalisis adalah proporsi basa nukleotida, jumlah residu asam amino, dan jarak genetik pada program tersebut. Karakter reproduksi yang terdiri atas parameter ukuran induk, umur matang gonad pertama, fekunditas telur, diameter telur, bobot telur, dan sintasan larva dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan program Excel. Data sintasan benih hasil uji adaptasi terhadap lingkungan yaitu toleransi salinitas, pH, suhu, dan oksigen terlarut dianalisis sidik ragam dengan menggunakan program SPSS 16.

HASIL DAN BAHASAN

Sekuens CO-1

Panjang nukleoida CO-1 yang berhasil disekuensing dari empat varietas udang galah adalah berkisar 696 bp. Terdapat 9 bp yang mempunyai sisi polimorfik (Tabel 1). Pembacaan gen CO-1 menghasilkan persentase basa nukleotida yang berbeda. Adapun proporsi basa penyusunnya masing-masing adalah basa A mempunyai nilai 27,49%-27,89%; basa G berkisar antara 19,11%-19,53%; basa T sebesar 27,34%-27,78%; dan basa C dengan persentase sebanyak 25,36%-25,74%. Hasil pengurutan residu asam amino yang berhasil disusun diketahui terdapat lima jenis yang berbeda pada keempat varietas udang galah (Tabel 2). Jumlah residu asam amino terdiri atas 234 (Siratu), 237 (Mahakam), dan 239 (Bengawan Solo dan GIMacro). Proporsi basa A + T dari sekuense mitokondria CO-1 udang galah Bengawan Solo adalah 54,95%. Li *et al*. (2019) mendapatkan panjang total mtDNA udang galah adalah 15.772 bp dengan proporsi A+T sebesar 61,81%. Lebih jauh diketahui bahwa pada mtDNA CO-1 udang galah Bengawan Solo mempunyai sekitar 21 jenis kodon. Pada total mtDNA udang galah terdapat 13 gen pengkode protein, 22 gen RNA transfer dan 2 gen RNA ribosom (Li *et al*., 2019).

Setelah penjajaran dengan menggunakan sampel dari Genbank dapat diketahui bahwa udang galah Bengawan Solo dan tiga varietas lainnya mempunyai tingkat kemiripan atau similaritas sebesar 98% dengan data GenBank *Macrobrachium rosenbergii* (KM234150). Hal ini menunjukkan bahwa udang galah Bengawan Solo merupakan individu dari jenis *Macrobrachium rosenbergii*. Perbedaan antara sampel yang diamati adalah lebih bersifat variasi intraspesifik.

Hubungan kekerabatan antara udang galah ditunjukkan oleh jarak genetik. Nilai jarak genetik rata-rata antar varietas udang galah adalah sebesar 0,008 ± 0,003 dengan jarak genetik terjauh antara varietas Mahakam–GImacro; sedangkan jarak genetik terdekat antara varietas Bengawan Solo–Siratu. Li *et al*. (2019) memperoleh nilai jarak genetik antar udang galah dari Cina dan Indonesia sebesar 0,086. Hal yang setara jika ditambahkan data sekuens dari GenBank maka jarak genetik rata-rata antara udang galah adalah sebesar 0,096 ± 0,085; di mana keempat varietas

Tabel 1. Urutan basa hasil sekuensing pada empat varietas udang galah
Table 1. Base sequencing of four varieties freshwater prawn

Sekuens *Sequences*	**Urutan basa ke- (*Base sequences number*)**																								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**338**	**339**	**340**	**341**	**342**	**343**	**344**	**345**	**346**	**347**	**348**
Bengawan Solo	T	C	A	A	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	G	T	T	G	G	C	A	C	A	G
GI Macro	T	A	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Siratu	C	A	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mahakam	T	C	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Sekuens *Sequences*	**Urutan basa ke- (*Base sequences number*)**																								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**338**	**339**	**340**	**341**	**342**	**343**	**344**	**345**	**346**	**347**	**348**
Bengawan Solo	G	A	T	G	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	C	C	G	G	G	A	A	G	T	T
GI Macro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.	C	T	.	G	.	.	A	G	.
Siratu	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	T	G	.	A	.	.	G	T	.
Mahakam	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	T	G	.	A	.	.	G	T	.
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*			*		*	*			*

Keterangan (*Note*): Warna kuning menunjukkan basa polimorfik (*The polymorph of base showed by yellow colour*)

Tabel 2. Asam amino penyusun protein dari mtDNA CO-1 udang galah
Table 2. Amino acids composing protein from giant prawn mtDNA CO-1

		bp
Bengawan Solo	SKDIGTLYFIFGAWAGMVGTSLSLLIRELGQPG5LIGNDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVM	60
GI Macro	YKDIGTLYFIFGAWAGMVGTSLSLLIRELGQPGSLIGNDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVM	60
Siratu	HKDIGTLYFIFGAWAGMVGTSLSLLIRELGQPGSLIGNDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVM	60
Mahakam	SKDIGTLYFIFGAWAGMVGTSLSLLIRELGQPGSLIGNDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVM	60
	**********	
Bengawan Solo	PIMIGGFGNWLVPLMLGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSLTLLLSSGMVESGVGTGWTVYPP	120
GI Macro	PIMIGGFGNWLVPLMLGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSLTLLLSSGMVESGVGTGWTVYPP	120
Siratu	PIMIGGFGNWLVPLMLGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSLTLLLSSGMVESGVGTGWTVYPP	120
Mahakam	PIMIGGFGNWLVPLMLGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSLTLLLSSGMVESGVGTGWTVYPP	120
	**********	
Bengawan Solo	LAAGTAHAGASVDLGIFSLHLAGVSSILGAVNFITTVINMRAPGMTMDRLPLFVWAVFLT	180
GI Macro	LAAGTAHAGASVDLGIFSLHLAGVSSILGAVNFITTVINMRAPGMTMDRLPLFVWAVFLT	180
Siratu	LAAGTAHAGASVDLGIFSLHLAGVSSILGAVNFITTVINMRAPGMTMDRLPLFVWAVFLT	180
Mahakam	LAAGTAHAGASVDLGIFSLHLAGVSSILGAVNFITTVINMRAPGMTMDRLPLFVWAVFLT	180
	**********	
Bengawan Solo	AILLLLSLPVLAGAITMLLDRNLNTSFFDPAGGGDPILYQHLFFWGHREV	232
GI Macro	AILLLLSLPVLAGAITMLLDRNLNTSFFDPAGGGDPILYQHLFFWGHLES	232
Siratu	AILLLLSLPVLAGAITMLLDRNLNTSFFDPAGGGDPILYQHLFFWGPWKV	232
Mahakam	AILLLLSLPVLAGAITMLLDRNLNTSFFDPAGGGDPILYQHLFFWGPWKV	232
	**********	

Keterangan (*Note*): Huruf dalam kotak kuning adalah asam amino yang berbeda (*Alphabetical in yellow rectangular shows the different amino acid*)

Copyright @ 2020, Jurnal Riset Akuakultur, p-ISSN 1907-6754; e-ISSN 2502-6534

udang galah dari Indonesia mempunyai nilai jarak genetik yang terkecil, sedangkan jarak genetik yang terbesar adalah antara *M. equidens* (KF882423) dengan *M. rosenbergii* (KM234150).

Filogenetik yang dikonstruksi berdasarkan nilai jarak genetik menunjukkan bahwa empat varietas udang galah dari Indonesia mengelompokkan menjadi satu grup dengan sampel *M. rosenbergii* (KM234150). Sedangkan satu grup lagi terdiri atas sampel *M. equidense* (KF882423) dan *M. lamarrei* (KX214618) (Gambar 1).

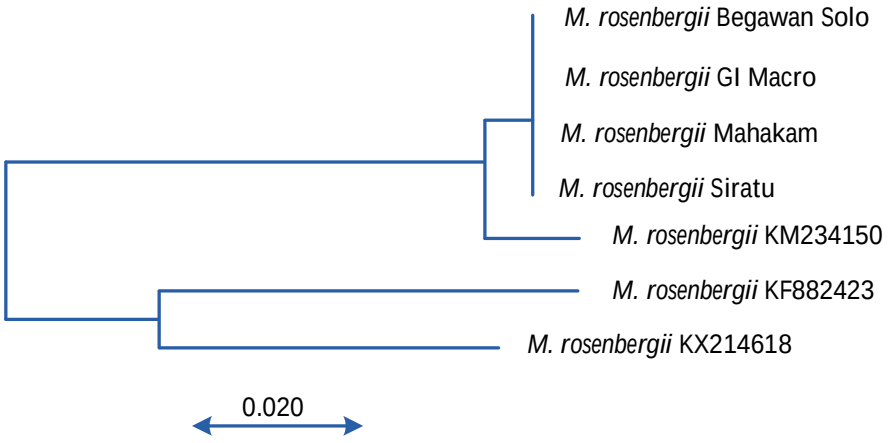
Kondisi ini dimungkinkan, karena kedekatan lokasi antar varietas udang galah dari perairan Indonesia, sedangkan udang galah *M. rosenbergii* (KM234150) berasal dari perairan Malaysia. Hasil penelitian Alam *et al*. (2017) pada udang galah di Bangladesh juga menunjukkan bahwa kemungkinan terjadi *gene flow* pada sungai-sungai yang berhubungan sehingga secara genetik identik. Apabila terjadi perbedaan, maka kemungkinan terdapat penghalang yang mencegah percampuran. Wahidah *et al*. (2017) mendapatkan adanya perbedaan secara morfologi pada udang galah yang dikoleksi dari perairan yang berjauhan di Sulawesi. Nugroho *et al*. (2008) menemukan variasi genetik dari udang galah dari Sulawesi terhadap udang galah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan.

Karakter Reproduksi

Induk betina dan jantan udang galah Bengawan Solo mulai matang gonad pertama pada saat berumur 216 hari. Induk betina mempunyai ukuran panjang 13,86 ± 0,75 cm dan bobot 29,04 ± 4,64 g. Induk jantan mempunyai ukuran yang lebih besar yaitu panjang 15,32 ± 0,58 cm dan bobot 48,58 ± 5,87 g. Ukuran udang jantan yang lebih besar dibandingkan udang betina juga didapatkan oleh Wahidah *et al*. (2017) pada udang galah dari Sulawesi. Udang galah Siratu mempunyai ukuran panjang dan bobot yaitu 7,34 ± 0,33 cm; 17,06 ± 2,01 g (betina) dan 8,12 ± 0,52 cm; 31,41 ± 3,70 g (jantan) (BBPBAT, 2014). Hal serupa juga teramati pada udang galah dari jenis *Macrobrachium iheringi* (Fransozo *et al*., 2004) dan *Macrobrachium brasiliensis* (Mantelatto & Barbosa, 2005).

Pelepasan telur udang galah terjadi secara parsial sebanyak tiga kali. Jumlah telur yang dihasilkan adalah antara 28.128-50.914 butir per induk. Tingkat fekunditas yang dimiliki oleh induk betina udang galah Bengawan Solo sebesar 834,67 ± 57,73 butir/g bobot induk betina. Nasution *et al*. (2013) mendapatkan jumlah telur induk udang galah betina dengan bobot 35-50 g yang telah diberi pakan vitamin E dan diberi perlakuan ablasi antara 41.835-45.293 butir. Rosadi (2014) mencatat jumlah telur induk udang galah yang berukuran bobot badan 42,2-80,9 g dari Sungai Kariango, Kabupaten Pinrang (Sulawesi Selatan) adalah 4.123-38.548 butir. Habashy (2013) mendapatkan fekunditas udang galah yang dipelihara di laboratorium sebesar 435,2-3.849,1 butir/g. Sedangkan Rosadi (2014) mendapatkan tingkat fekunditas 3.426,49 butir/g. Fekunditas udang galah Siratu adalah 742,67 ± 26,5 butir/g (BBPBAT, 2014).

Diameter telur udang galah Bengawan Solo pada saat pelepasan pertama (atas) adalah 0,40 ± 0,052 mm (telur berwarna oranye) dan 0,47 ± 0,040 mm (telur coklat). Diameter telur udang galah pada pelepasan kedua (tengah) adalah 0,44 ± 0,038 mm (telur oranye) dan 0,50 ± 0,043 mm (telur coklat). Sedangkan untuk saat pelepasan ketiga (bawah) telur udang galah Bengawan Solo mempunyai diameter 0,49 ± 0,014 mm (telur oranye) dan 0,53 ± 0,011 mm (telur coklat). Telur udang galah tersebut mempunyai



Gambar 1. *Filogenik varietas udang galah Bengawan Solo dengan pembanding dan* outgrup.

Figure 1. *Phylogenetic of giant prawns variety and outgrup.*

bobot rata-rata sebesar 0,112 ± 0,000 mg. Arisandi (2013) mendapatkan diameter telur udang galah berkisar 0,46 hingga 0,64 mm; dengan bobot telur antara 0,29-0,31 mg. Diameter telur udang galah Siratu adalah 0,51 ± 0,02 mm (BBPBAT, 2014).

Larva udang galah Bengawan Solo yang dihasilkan dari penetasan dipelihara di bak pendederan selama 30 hari. Tingkat sintasan yang didapatkan oleh larva udang galah adalah sebesar 50,56 ± 0,61%. Nilai ini melebihi dari sintasan yang dihasilkan oleh Arisandi (2013) pada sintasan larva yang dihasilkan udang galah sebesar 12,36%-41,77%; sedangkan sintasan larva pada udang galah Siratu adalah 30,86 ± 2,91% (BBPBAT, 2014).

Adaptasi Toleransi Lingkungan

Hasil pengujian adaptasi terhadap salinitas menunjukkan bahwa benih udang galah Bengawan Solo mampu bertahan hidup dari salinitas 5 ppt hingga 25 ppt selama empat hari. Secara statistik tidak terjadi perbedaan pada sintasan benih udang galah pada media pemeliharaan 5-25 ppt. Adapun tingkat sintasan rata-rata berkisar antara 73,33% hingga 86,67%. Kematian terendah dialami benih yang dipelihara pada salinitas 5 dan 20 ppt, sedangkan kematian yang tertinggi terjadi pada salinitas 10 dan 25 ppt. Mahendra (2015) mendapatkan sintasan terbaik adalah pemeliharaan benih udang galah pada media dengan tingkat salinitas 6 ppt yaitu sebesar 91,0 ± 3,46%. Sedangkan Taqwa *et al*. (2014) memelihara benih udang galah pada salinitas 0-12 ppt dengan tingkat sintasan benih antara 51,67%-78,33%. Waluyo *et al*. (2018) mendapatkan fakta bahwa benih udang galah dapat dipelihara hingga salinitas 15 ppt dengan tingkat sintasan sebesar 55,56 ± 13,88%.

Tanda-tanda gejala klinis akibat pemeliharaan benih udang galah pada media bersalinitas dimulai dari gerak pasif hingga *moulting* dan kematian. Tercatat bahwa tingkat salinitas 10-25 ppt gejala gerakan pasif sudah terlihat pada hari pertama. Selanjutnya pada hari kedua benih udang pada tingkat salinitas 15-25 ppt sudah mulai ada yang *moulting*. Dan pada hari keempat benih pada media dengan salinitas 10-25 ppt sudah mengalami *moulting* dan kematian sedangkan benih pada salinitas lima baru mengalami tanda gerak pasif (Tabel 3).

Pengujian terhadap pH menunjukkan bahwa benih udang galah Bengawan Solo mempunyai toleransi terhadap pH antara 4-8 selama empat hari pemeliharaan. Secara statistik terdapat perbedaan yang nyata pada sintasan benih udang galah yang dipelihara pada pH tersebut. Tingkat sintasan benih udang galah berkisar antara 0% pada perlakuan pH 10 hingga 86,67% pada perlakuan pH 6. Sedangkan tingkat sintasan pada pH 4 dan 8 berturut-turut adalah 66,67% dan 73,33%. Benih udang galah Siratu yang ditempatkan secara mendadak pada media air dengan pH 4 dapat bertahan hidup hingga 100% selama 15 menit lamanya (BBPBAT, 2014).

Gejala klinis pada benih udang yang dipelihara pada pH 4 dan 10 sudah mengalami gerak pasif, *moulting*, dan kematian pada hari pertama. Hal ini mengindikasikan bahwa kedau tingkat pH tersebut sangat berbahaya buat kehidupan udang. Selajutnya pada pH 6 dan 8, benih baru mengalami gerak pasif, *moulting*, dan mati pada hari ke-3 dan ke-4 (Tabel 3).

Benih udang galah Bengawan Solo mempunyai toleransi terhadap suhu mulai dari 18°C hingga 34°C. Secara statistik tidak terdapat perbedaan yang nyata tingkat sintasan benih udang galah yang dipelihara pada berbagai tingkat suhu. Tingkat sintasan tertinggi 96,37% terdapat pada suhu 20°C dan yang terendah sebesar 76,88% pada suhu 34°C. Tingkat sintasan ini masih di atas ambang batas yang dijadikan acuan (> 50%) yang berarti bahwa benih udang galah ini mampu beradaptasi dari suhu 18°C-34°C. Hal yang serupa juga ditemukan pada udang galah Siratu yang ditempatkan secara mendadak dari suhu kamar (28°C-30°C) ke dalam air dengan suhu 18°C dan dipelihara selama 60 menit menghasilkan tingkat sintasan sebesar 99 ± 1% (BBPBAT, 2014).

Gejala klinis pada benih udang yang dipelihara pada tingkat suhu yang berbeda baru muncul pada saat pemeliharaan hari keempat. Benih mengalami gejala gerak pasif dan *moutting*, kecuali pada suhu 28°C benih masih bergerak normal (Tabel 3).

Pengujian adaptasi terhadap oksigen terlarut (DO) menunjukkan bahwa kematian pertama terjadi pada rentang waktu 140 menit setelah penebaran benih. Sedangkan kematian ketiga terjadi pada rentang waktu 320 menit dari waktu pemasukan sampel. Pengecekan kadar oksigen pada media pemeliharaan saat terjadi kematian ketiga menunjukkan nilai 1,04 mg/L; sehingga dapat diketahui bahwa kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan udang galah Bengawan Solo adalah di atas 1,04 mg/L. Taqwa *et al*. (2012) mencatat bahwa kebutuhan oksigen untuk benih udang galah ukuran PL_1 (*post larvae*) adalah sebesar 1,20-1,69 mg/g O_2 per jam.

KESIMPULAN

Sekuens mtDNA-CO1 udang galah Bengawan Solo mempunyai tingkat similaritas sebesar 98% terhadap *Macrobrachium rosenbergii* KM234150 (GenBank). Induk betina dan jantan udang galah matang gonad pertama kali saat umur 216 hari. Induk jantan mempunyai

Copyright @ 2020, Jurnal Riset Akuakultur, p-ISSN 1907-6754; e-ISSN 2502-6534

Tabel 3. Gejala klinis benih udang galah pada uji toleransi
Table 3. Clinical symptons of giant prawn seeds in the tolerance test

Perlakuan *Treatments*	Tingkat *Level*	Hari ke- (*Days to*-)			
		1	2	3	4
Salinitas *Salinity* (ppt)	1	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	10	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*
	15	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*	*Moulting*
	20	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*	*Moulting*
	25	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*	*Moulting*
pH	4	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*
	6	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*
	8	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*
	10	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*	Mortalitas *Mortality*	Mortalitas *Mortality*
Suhu *Temperature* (°C)	18	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	20	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	22	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	24	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	26	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	28	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	30	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)
	32	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*
	34	Normal (*Active*)	Normal (*Active*)	Pasif (*Pasive*)	*Moulting*/mortalitas *Moulting/mortality*

ukuran panjang 15,32 ± 0,58 cm dan bobot 48,58 ± 5,87 g. Induk betina dengan panjang 13,86 ± 0,75 cm dan bobot 29,04 ± 4,64 g. Tingkat fekunditas yang dimiliki oleh induk betina adalah 834,67 ± 57,73 butir/g. Diameter telur berkisar antara 0,40-0,49 mm (telur oranye) dan 0,47-0,53 mm (telur coklat). Berat telur rata-rata sebesar 0,112 ± 0,000 g. Tingkat sintasan pada saat pendederan larva sebesar 50,56 ± 0,61%. Benih udang galah mempunyai toleransi yang baik terhadap salinitas 5-25 ppt, pH 4-8, suhu 20°C-34°C, dan tingkat oksigen yang dibutuhkan > 1,04 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini adalah merupakan bagian dari program domestikasi udang galah di Balai Pengembangan Teknologi Budidaya Perikanan, Cangkringan, Sleman, Jogjakarta dari tahun 2013 hingga 2018.

DAFTAR ACUAN

Alam, M.M.M., Westfall, K.M., & Pálsson, S. (2017). Historical demography and genetic differentiation of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Bangladesh based on mitochondrial and ddRAD sequence variation. *Ecology Evolution*, 7(12), 4326-4335.

Arisandi, A. (2013). Toksisitas hormon 17 α metiltestosteron terhadap aspek reproduksi udang galah. *Jurnal Rekayasa*, 6(1), 37-47.

Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar [BBPBAT]. (2014). Naskah akademik: *Strain* udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) hasil seleksi individu pada karakter pertumbuhan. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar, Sukabumi, 79 hlm.

BPTPB. (2019). Permohonan rilis udang galah samas hasil domestikasi. Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah Istimewa Yogyakarta, 59 hlm.

Folmer, O., Black, M., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol*., 3(5), 294-299.

Fransozo, A., Rodrigues, F.D., Freire, F.A.M., & Costa, R.C. (2004). Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in The Botucatu region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 12, 119-126.

Holthuis, L.B. (1980). The palemonidae, the decapoda collected by the Sibolga and Snelius expedition with remark on species I, Part X. Brill, E.J. Leiden, 114 pp.

Habashy, M.M. (2013). On the breeding behaviour and reproduction of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) (Decapoda-Crustacea) under laboratory condistions. *Aquaculture Research*, 44(3), 395-403.

Khasani, I. (2008). Upaya peningkatan produktivitas dalam usaha pembesaran udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). *Media Akuakultur*, 3(1), 25-30.

Li, Y., Song, J., Shen, X., Cai, Y., Cheng, H., Zhang, X., Yan, B., & Chu, K.H. (2019). The first mitochondrial genome of *Macrobrachium rosenbergii* from China: phylogeny and gene rearrangement within Caridea, *Mitochondrial DNA*; *Part B*, 4(1), 34-136. DOI: 10.1080/23802359.2018.1540262.

Mantelatto, F.L.M. & Barbosa, L.R. (2005). Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(3), 245-255.

Mahendra. (2015). Kombinasi kadar kalium dan salinitas media pada performance juvenil udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). *Jurnal Perikanan Tropis*, 2(1), 55-71.

Nugroho, E., Mulyasari, Kristanto, A.H., Ali, F., & Gunawan. (2008). Evaluation of genetic variability of freshwater prawn collected from Makssar, Sulawesi; Pangkalan Bun, Kalimantan; Jambi, Sumatra; Sukabumi, Java; and GIMacro using MtDNA CO-1 markers. *Indonesian Aquaculture Journal*, 3(1), 23-28.

Nasution, R., Sastranegara, M.H., & Sistina, Y. (2013). Fekunditas udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) betina pascaablasi unilateral dan suplementasi vitamin E pada pakan. *Biosfera*, 30(3), 114-119.

Rahmantya, K.F., Asianto, A.G., Wibowo, D., Wahyuni, T., & Somad, W.A. (2015). Kelautan dan Perikanan dalam gambar 2015. Pusat Data dan Informasi. Kementerian Kelutan dan Perikanan. Jakarta, 308 hlm.

Rosadi, S.Q. (2014). *Analisis fekunditas dan diameter telur udang galah (**Macrobrachium rosenbergii** de Man, 1879) di Sungai Waelawi, Kabupaten Luwu Utara dan Sungai Kariango, Kabupaten Pinrang*. Skripsi S-1. Universitas Hassanudin, Makassar.

Taqwa, F.H., Sasanti, A.D., & Gaffar, A.K. (2012). Kelangsungan hidup, kerja osmotik dan konsumsi oksigen pascalarva udang galah selama penurunan salinitas dengan air rawa pengencer yang ditambahkan kalium. Prosiding Seminar Intenif Riset Sinas "Membangun Sinergi Riset Nasional untuk Kemandirian Teknologi". Bandung. Kemenristek RI. ISBN 978-602-18926-2-6, hlm. 98-102.

Wahidah, Omar, S.B.A., Trijuono, D.D., Nugroho, E., & Amrullah. (2017). The morphological characteristics of South Sulawesi's giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *AACL Bioflux*, 10(4), 820 -829.

Waluyo, A., Mulyana, & Ali, F. (2018). Tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) pada media bersalinitas. *Jurnal Mina Sains*, 4(2), 107-126.

 Copyright @ 2020, Jurnal Riset Akuakultur, p-ISSN 1907-6754; e-ISSN 2502-6534