

PENYAKIT EKOR PUTIH (*WHITE MUSCLE DISEASE*) PADA UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man)

Ikhsan Khasani

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan
Jl. Raya 2 Sukamandi, Subang 41256
E-mail: ikhsankhasani@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu keunggulan sistem budidaya udang galah yang selama ini diyakini para pembudidaya adalah belum munculnya permasalahan penyakit serius sebagaimana pada sistem budidaya udang windu dan vaname, yang disebabkan oleh infeksi virus. Akan tetapi, pada lima tahun terakhir infeksi virus mulai dilaporkan mewabah pada sistem budidaya udang galah di dunia, dan menjadi masalah yang serius. Penyakit ekor putih (white tail disease, WTD) merupakan salah satu penyakit serius pada kegiatan pembenihan udang galah, karena dapat menyebabkan kematian hingga 100% pada fase pembenihan, dan akhir-akhir ini juga telah terjadi di beberapa hatcheri di Indonesia. Pada tahun 2011, WTD telah terjadi di hatcheri Balai Pengembangan Teknologi Kelautan dan Perikanan Samas, Jogjakarta, dan disusul pada tahun 2012 di hatcheri Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (BPPI) Sukamandi. Makalah ini merupakan gambaran mengenai virus MrNV (*Macrobrachium rosenbergii* Noda Virus), dampak yang ditimbulkan, serta upaya-upaya penanganan.

KATA KUNCI: MrNV, pembenihan, penyakit ekor putih, RT-PCR, udang galah

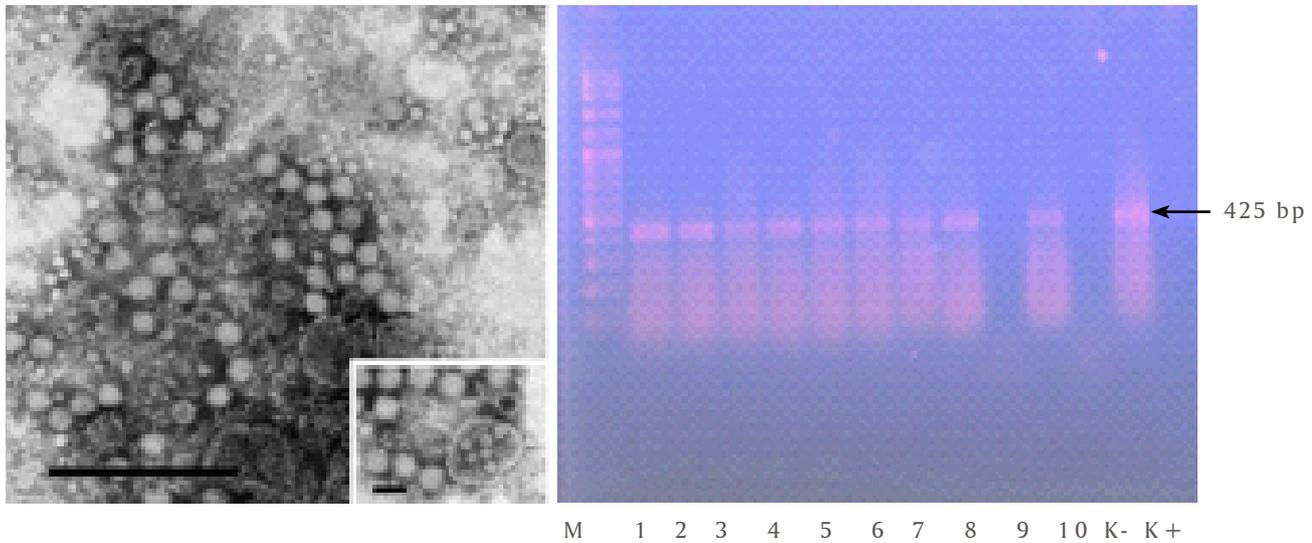
PENDAHULUAN

Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) memiliki beberapa keunggulan dibandingkan udang tawar lainnya, di antaranya capaian ukuran badan yang besar dan kemampuan adaptasi yang cukup luas pada beberapa lingkungan budidaya dengan kisaran salinitas 0%-12%. Potensi keunggulan tersebut menjadikan udang galah sebagai komoditas utama budidaya di negara-negara Indo-Pasifik, termasuk Indonesia (Wowor & Ng, 2007; New *et al.*, 2010). Secara umum, udang galah lebih resisten terhadap

penyakit dibandingkan udang penaid (Ravi *et al.*, 2009; Hameed *et al.*, 2011). Hingga awal 2011, insidensi penyakit serius, khususnya infeksi virus belum menjadi kendala dalam sistem budidaya udang galah di Indonesia.

Permasalahan baru yang cukup serius dalam kegiatan pembenihan udang galah adalah munculnya insidensi penyakit ekor putih (white tail disease) yang disebabkan oleh virus. White tail disease (WTD) atau white muscle disease (WMD) merupakan infeksi virus yang disebabkan oleh *Macrobrachium rosenbergii* Noda Virus (MrNV) yang berasosiasi dengan *extra small virus* (Widada *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2008; Ravi *et al.*, 2009; Walker *et al.*, 2010; Hameed *et al.*, 2011). Gejala yang ditimbulkan oleh kedua virus tersebut adalah munculnya warna putih-susu pada tubuh larva, pasca larva (PL), dan yuwana muda. Dampak yang ditimbulkan adalah kematian massal pada benih udang galah (OIE, 2009). Sesuai Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 03 Tahun 2010, MrNV belum masuk dalam daftar Hama dan Penyakit Ikan Karantina (HPIK), karena belum teridentifikasi pada udang galah di Indonesia. Penyebaran MrNV masih terbatas pada sejumlah negara, yaitu Republik Dominika, Cina, Taiwan, India, Thailand, French West Indies, dan Queensland Australia (Qian *et al.*, 2003; Shekhar *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2008; AGDAFF, 2008).

Perkembangan penyakit ekor putih yang disebabkan oleh infeksi MrNV sangat mengkhawatirkan bagi keberlangsungan budidaya udang galah di Indonesia. Dalam kegiatan Jejaring Pemuliaan Udang Galah Nasional pada tahun 2011 dilaporkan bahwa telah terjadi infeksi WTD di sentra pembenihan di Pelabuhan Ratu pada tahun 2009 (Rosmana, 2011, unpublished) dan di Unit Kerja Budidaya Air Payau Samas, Bantul (Rusmanto, Laporan



Sumber: Qian *et al.* (2003)

Gambar 1. Morfologi virus MrNV dan amplifikasi RT-PCR benih udang galah yang terinfeksi WTD (M = Marker; 1-4 = sampel PL-5—10, sampel PL-15—25; K- = kontrol negatif, K+ = kontrol positif)

Jejaring Pemuliaan Udang Galah, 2010, unpublished). Kepastian infeksi MrNV di sentra pembenihan udang galah di Jogjakarta tersebut dikuatkan oleh hasil pengujian udang galah yang mengalami gejala infeksi penyakit ekor putih yang dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Ikan UGM. Hasil pengujian menyatakan bahwa sampel benih udang galah tersebut positif terinfeksi MrNV.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka penulis sampaikan artikel mengenai penyakit ekor putih, dengan harapan memberikan pemahaman yang benar mengenai penyebab, penyebaran, dan langkah pencegahan.

Penyakit Ekor Putih (*White Tail Disease*)

Penyakit ekor putih (*White tail disease*, WTD) merupakan infeksi virus yang disebabkan oleh *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus* (MrNV) dan berasosiasi dengan *extra small virus* (Widada *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2008; Ravi *et al.*, 2009; Hameed *et al.*, 2011). Gejala yang ditimbulkan oleh kedua virus tersebut adalah munculnya warna putih-susu pada tubuh larva, pasca larva (PL), dan yuwana muda. Dampak yang ditimbulkan adalah kematian massal pada benih udang galah (OIE, 2009). Namun demikian, penyakit tersebut tidak menimbulkan permasalahan berarti pada udang galah dewasa (Ravi *et al.*, 2010).

Pengamatan dengan mikroskop elektron (Qian *et al.*, 2003) memberikan informasi bahwa sel virus memiliki bentuk segi 5 atau segi enam, dengan diameter 26-27 nm (Gambar 1). Saat pengamatan terlihat beberapa partikel kosong dengan struktur ukuran sama. Di samping virion, partikel yang jauh lebih kecil, teramati pula partikel dengan bentuk serupa namun dengan ukuran lebih kecil, 14-16 nm. Partikel-partikel kosong dengan struktur sama tersebut mudah dibedakan, karena adanya perbedaan ukuran yang menyolok. Partikel tersebut adalah *extra small viruslike particles* (XSV), yang sering teramati bersama MrNV.

Deteksi MrNV secara molekuler terhadap larva dan benih yang mengindikasikan terinfeksi virus dapat dilakukan dengan metode RT-PCR. Hasil PCR disajikan pada Gambar 1.

Hasil amplifikasi RT-PCR terhadap sampel PL yang mengalami kematian dan menunjukkan gejala penyakit ekor putih memastikan bahwa benih tersebut terinfeksi MrNV, yang ditunjukkan dengan munculnya pita DNA pada 425 bp.

Dampak Terhadap Budidaya

Pada sub bab ini, data yang ditampilkan merupakan hasil pengamatan kasus infeksi penyakit ekor putih yang disebabkan oleh virus MrNV, yang terjadi di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan Sukamandi.

Fase Pembenihan

Larva udang galah mengalami perkembangan normal sampai tiga minggu masa pemeliharaan, mencapai stadia larva 9-11, bahkan pada hari ke-20 sudah mulai teramati beberapa ekor pasca larva. Kematian larva dalam jumlah besar tidak terjadi hingga hari ke-20. Larva yang mati hanya teramati pada dinding bak di atas permukaan air, yang disebabkan larva meloncat mengalami dehidrasi dan larva yang gagal saat *moulting*. Kematian massal mulai nampak pada beberapa bak larva setelah hari ke-20 pemeliharaan, dan berlanjut hingga semua larva mencapai stadia pasca larva. Sintasan benih udang galah pada fase pembenihan (35 hari pemeliharaan) ditampilkan pada Tabel 1.

Sintasan benih sangat rendah sebesar $2,02 \pm 0,03\%$ terjadi pada bak pemeliharaan larva udang galah No. 1, 2, dan 3, yang mengalami kematian massal setelah hari ke-20 pemeliharaan. Sebaliknya, pada bak No. 4, 5, dan 6 diperoleh sintasan benih cukup tinggi, yaitu 33,02%-43,27%. Sebagai gambaran perbandingan, sintasan benih udang galah pada sejumlah panti pembenihan di Indonesia berkisar 15%-40% (Jejaring Pemuliaan Udang Galah, 2010, unpublished).

Secara umum faktor penyebab kematian larva pada pembenihan udang galah adalah disebabkan oleh manajemen pembenihan yang kurang baik dan akumulasi bahan organik dari sisa pakan, khususnya pakan buatan dengan kadar protein 55%. Akumulasi bahan organik tersebut selain menyebabkan peningkatan kadar amonia dan nitrit juga menyebabkan peningkatan populasi organisme parasit seperti bakteri jenis *Vibrio* sp., *Aeromonas* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Edwardsiella* sp., dan *protozoa*, *acineta*, *vorticella*, *zoothamnium* (Tonguthai, 1997).

Tabel 1. Sintasan benih udang galah selama pembenihan

Bak	Jumlah (ekor)		Sintasan (%)	Keterangan
	Awal	Akhir		
1	71.667	1.500	2,09	+
2	71.667	1.522	2,12	+
3	71.667	1.544	2,15	+
4	57.667	19.844	34,41	-
5	57.667	24.950	43,27	-
6	57.667	19.044	33,02	-

Keterangan: (+) terjadi kematian massal larva, (-) tidak terjadi kematian larva

Kematian massal yang terjadi selama penelitian ini merupakan fenomena yang pertama kali terjadi di Unit Pembenihan Udang Galah Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Tubuh pasca larva (PL) yang diduga terinfeksi virus WTD nampak pucat dan berkembang menjadi keputihan hingga daerah abdomen, sementara tubuh PL-5—10 yang sehat cerah dan jernih. Warna keputihan nampak pertama kali pada segmen kedua dan ketiga abdomen dan secara bertahap menyebar hingga bagian anterior dan posterior. Dinyatakan pula dalam OIE (2009) bahwa pada kasus tertentu terjadi degenerasi atau kerusakan bagian uropod dan telson, sehingga menyebabkan kematian massal pada 5 hari setelah gejala WTD teramati. Dijelaskan lebih lanjut bahwa proses *moulting* berjalan tidak normal sehingga pada permukaan media terlihat serpihan seperti mika. PL yang terinfeksi gerakannya lemah dan kurang respons terhadap pakan. Pengamatan visual larva stadia 11 dan PL udang galah yang mati karena infeksi penyakit ekor putih disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Larva (kiri) dan yuwana (kanan) udang galah yang mengindikasikan terinfeksi penyakit ekor putih

Insidensi penyakit ekor putih yang disebabkan oleh virus pada pembenihan udang galah dilaporkan secara resmi pertama kali oleh Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Jogjakarta yang merupakan anggota Jejaring Pemuliaan Udang Galah Nasional, pada 30 Januari 2012. Hasil pengujian sampel PL udang galah asal Unit Pelaksana Pembenihan Udang Galah Samas, Jogjakarta yang dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Ikan, Jurusan Perikanan UGM, dinyatakan positif terinfeksi MrNV. Pengujian tersebut dilakukan sebagai tindak lanjut adanya kematian massal larva dan PL udang galah dalam 2 siklus pembenihan di UPPUG Samas (Rusmanto, Jejaring Nasional Udang Galah 2011, unpublished).

Pendederan I

Yuwana udang galah (PL-7—10) yang selama pembenihan tidak mengindikasikan terinfeksi WTD dipelihara secara intensif dengan kepadatan tinggi, 3.000 ekor/m². Setelah tiga hari pemeliharaan mulai nampak beberapa ekor yuwana yang mengalami perubahan warna pada bagian ekor, dari warna jernih keabu-abuan menjadi putih. Yuwana tersebut berenang lemah atau cenderung menempel di atas waring hitam. Yuwana yang mengindikasikan terjangkit WTD ditampilkan pada Gambar 2. Dalam waktu seminggu jumlah yuwana yang diduga terinfeksi WTD semakin banyak dengan sebaran warna putih menyebar ke bagian abdomen. Dampak serangan WTD mulai mereda setelah yuwana melewati 15 hari pemeliharaan, akan tetapi sintasan yuwana saat panen relatif rendah, dengan kisaran sintasan sesuai data pada Tabel 2.

Tabel 2. Data sintasan benih udang galah pada pendederan I selama 30 hari

Bak	Jumlah (ekor)		Sintasan (%)
	Awal	Akhir	
1	16.240	11.054	68,07
2	16.242	11.005	67,76
3	19.844	7.380	37,19
4	24.950	14.755	59,14
5	19.044	11.275	59,20
6	22.183	16.656	75,08
Rataan	19,75±3,4	12,02±3,3	61,07±13,2

Dalam kondisi normal sintasan udang galah selama 30 hari masa pendederan I berkisar 70%-90%, bergantung sistem pemeliharaan dan padat tebar benih. Melalui manajemen pemeliharaan optimal, meliputi pemberian pakan yang tepat, pergantian air secara rutin sebesar 30% volume/hari, penempatan naungan untuk berindung udang yang *moulting*, serta kondisi suhu, dan pH stabil maka kasus kematian massal benih jarang terjadi.

Berbeda dengan kasus kematian yang disebabkan faktor lingkungan dan infeksi bakteri atau parasit yang terjadi pada pertengahan pemeliharaan, kematian benih yang disebabkan oleh MrNV terjadi pada awal fase pendederan, dengan parameter fisika-kimia air optimal. Meskipun PL yang dipelihara berasal dari bak yang tidak terindikasi gejala

penyakit ekor putih, ternyata setelah 3-5 hari pemeliharaan sebagian kecil benih sudah terlihat bercak putih pada ujung ekor (uropod dan telson). Setelah 5-7 hari dari teramatinya ekor putih pada benih, sejumlah benih berenang lemah dan sebagian lainnya cenderung berada di atas naungan (Gambar 2). Penyebaran MrNV selain secara vertikal atau dari induk ke anakan, juga terjadi melalui kontak fisik dengan lingkungan udang galah yang terinfeksi WTD (OIE, 2009; Walker et al., 2010). Hal tersebut juga dilaporkan Sudhakaran *et al.*, 2006 yang menyatakan bahwa benih udang windu dan udang vaname juga terinfeksi MrNV karena diproduksi di hatcheri yang berdekatan dengan hatcheri udang galah yang positif terinfeksi MrNV.

Kematian benih udang galah semakin menurun seiring usia benih sehingga sekitar 60% benih bertahan hidup hingga mencapai ukuran panjang total 3-5 cm. Hal tersebut sesuai pernyataan Qian *et al.* (2003) dan Sahul Hameed et al. (2004) dalam Ravi *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa MrNV cenderung menginfeksi larva dan PL udang galah, tetapi tidak menyerang udang dewasa. Infeksi virus tersebut menyerupai kasus infeksi *Penaeus vannamei Noda Virus* (PvNV) yang teramati pada udang laut (Penaid). PvNV menyebabkan kematian PL hingga 100% tetapi tidak mematikan pada udang dewasa. Udang galah dewasa lebih resisten terhadap infeksi virus karena memiliki mekanisme pertahanan lebih baik dibanding PL (Ravi *et al.*, 2009). Namun, Mekanisme resistensi udang galah terhadap MrNV belum diketahui dengan jelas (Ravi *et al.*, 2009).

Kematian larva udang galah yang disebabkan oleh infeksi virus belum menjadi perhatian bagi sebagian besar panti benih di Indonesia, dikarenakan belum pernah dilakukan investigasi infeksi virus pada udang galah di Indonesia. Daftar hama dan penyakit ikan yang diterbitkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, yang dituangkan dalam Keputusan MenKP. No. 03 Tahun 2010 juga tidak mencantumkan virus sebagai organisme patogen serius pada budidaya udang galah.

Langkah Strategik Mengatasi MrNV

Penyebaran virus sangat cepat, sebagaimana yang terjadi pada sistem budidaya udang windu pada era 1990-an dan udang vaname pada era 2005. Hal tersebut dikarenakan

adanya mekanisme penyebaran virus secara vertikal, melalui jalur genetik atau sistem *breeding* dan mekanisme horizontal lewat air sebagai media budidaya dan beberapa organisme yang berperan sebagai pembawa (carrier), seperti krustase, zooplakton, burung, dan kepiting. Kondisi tersebut menyebabkan rumitnya penanganan penyakit yang disebabkan oleh virus. Sejumlah langkah standar, seperti *Biosecurity*, penggunaan benih SPF (specific pathogen free), dan benih tahan virus SPR (Specific pathogen resistance) harus dilakukan secara intensif.

Biosecurity, merupakan langkah pencegahan yang dirasa paling efektif mengatasi penyakit (Scarfe *et al.*, 2006), khususnya yang disebabkan oleh virus. *Biosecurity* dilakukan pada semua aspek yang terkait sistem penyediaan induk dan benih. Sterilisasi melalui desinfektasi air, peralatan, dan wadah yang digunakan, lingkungan budidaya, dan personil yang terlibat merupakan langkah standar yang harus dilakukan. Monitoring periodik, pada fase larva, benih, dan induk yang digunakan melalui pengecekan dengan metode yang handal, seperti PCR juga harus senantiasa dilakukan. Penggunaan benih dan induk SPF merupakan salah satu aspek dalam *biosecurity*, dan menjadi prasyarat keunggulan suatu benih udang. Namun demikian, terkait penyebaran virus yang sudah meluas, maka penggunaan benih SPF menjadi kurang efektif bila kegiatan budidaya dilakukan di kawasan yang sudah terkontaminasi virus. Solusi yang dapat ditawarkan adalah menggunakan benih yang tahan atau resisten terhadap virus MrNV, yang dikenal dengan benih SPR (specific pathogen resistance).

Peningkatan ketahanan tubuh udang sehingga diperoleh benih SPR dapat diperoleh melalui program seleksi dan rekayasa genetik. Pendekatan seleksi dirasa kurang efektif karena memerlukan waktu yang lama, melalui beberapa generasi, biaya besar, dan tenaga yang banyak. Teknologi terkini yang terbukti efektif untuk merakit udang resisten penyakit adalah transfer gen (transgenesis), dengan memanfaatkan gen tertentu yang menyandi ketahanan terhadap serangan virus.

Meskipun dalam jumlah sangat kecil, sering kali didapatkan udang yang bertahan hidup dari populasi yang terinfeksi penyakit, termasuk di antaranya oleh infeksi virus. Udang yang bertahan hidup tersebut tentunya

memiliki ketahanan tubuh yang kuat, yang secara genetik disandikan oleh gen pengontrol antivirus, seperti gen PmAV pada udang windu yang dikendalikan oleh promotor antivirus proAV (Luo *et al.*, 2003 dalam Parengrengi, 2010), dan hemosianin pada udang vaname (Kilawati 2011). Isolasi dan insersi gen tersebut merupakan tahapan utama dalam perakitan strain udang SPR melalui teknologi transfer gen (transgenesis), yang kini terbukti efektivitasnya.

Keberhasilan perakitan strain udang windu dan udang vaname SPR terhadap virus WSSV merupakan landasan kuat dalam pembentukan strain udang galah tahan MrNV, yang menjadi program Balai Penelitian Pemuliaan Ikan sebagai koordinator Jejaring Udang Galah Nasional. Ketersediaan benih udang galah SPR MrNV diharapkan dapat mengembalikan gairah budidaya udang galah di beberapa kawasan budidaya, seperti Jogjakarta.

KESIMPULAN

Sistem budidaya udang galah di Indonesia menghadapi permasalahan serius terkait munculnya infeksi penyakit ekor putih, yang menyebabkan kematian massal pada larva dan benih. Dampak serangan yang sangat parah menyebabkan semua anggota Jejaring Pemuliaan Udang Galah mengusulkan penyakit tersebut dalam daftar hama dan penyakit ikan. Guna mengantisipasi dampak lebih parah dan penyebaran virus yang semakin meluas maka serangkaian langkah, seperti *biosecurity*, monitoring berkala, dan penggunaan benih SPF dan SPR, harus senantiasa diupayakan demi keberlanjutan kegiatan budidaya udang galah.

DAFTAR ACUAN

- AGDAFF. 2008. Aquatic animal disease significant for Australia: Identification field guide. Australia Government Departement of Agriculture, Fisheries and Forestry, Cambera, 2 pp.
- APHA. 2005. Standard methods for the examination of water & wastewater. 21st edition. APHA AWWA WEF, Washington: xxxvii + 1,207 pp.
- Aquacop. 1983. Intensive larval rearing in clear water of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, Avenue stock), at The Centre Oceanologique du Pacifique, Tahiti. CRC Handbook of Mariculture, I: 179-187.

- Correia, E.S., Suwannatous, S., & New, M.B. 2000. Flow-through hatchery systems and management dalam New, M.B. & Valenti, W.C. 2000. Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford, p. 52-68.
- D'Abramo, L.R., Daniels, W.H., Fondren, M.W., & Brunson, M.W. 1995. Management practices for culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in temperate climates. MAFES Bulletin 1030, 12 pp.
- Hameed, A.S.S., Ravi, M., Farook, M.A., Taju, G., Hernandez-Herrera, R.I., & Bonami, J.R. 2011. Screening the post-larvae of *Macrobrachium rosenbergii* for early detection of *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus* (MrNV) and *extra small virus* (XSV) by RT-PCR and immunological techniques. *Aquaculture*, 317(1-4): 42-47.
- Kilawati, Y. 2011. *Ekspres gen ketahanan dan kerentanan pada udang vaname (Litopenaeus vannamei) sebagai respons terhadap serangan white spot syndrome virus (WSSV)*. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya, 147 hlm.
- New, M.B. 1995. Status of freshwater prawn farming: a review. *Aquaculture Research*, (26): 1-54.
- New, M.B., Valenti, W.C., Tidwell, J.H., D'Abramo, L.R., & Kutty, M.N. 2010. Freshwater prawn, biology and farming. Wiley-Blackwell Science, Oxford, p. 218-315.
- Noga, E.J. 2000. Fish disease. Diagnosis and treatment. Blackwell Publishing, 339 pp.
- OIE. 2009. Manual of diagnostic tests for aquatic animals. White Tail Disease, p. 132-143.
- Parengrengi, A. 2010. *Peningkatan resistensi udang windu Penaeus monodon terhadap penyakit white spot syndrome virus melalui transfer gen Penaeus monodon antiviral*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Qian, D., Shi, Z., Zhang, S., Cao, Z., Liu, W., Li, L., Xie, Y., Cambournac, I., & Bonami, J-R. 2003. Extra small virus-like particles (XSV) and nodavirus associated with whitish muscle disease in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Fish Diseases*, 26: 521-527.
- Ravi, A.M., Bash, A.N., Sarathi, M., Idalia, H.H.R., Widada, J.S., Bonami, J.R., & Hameed, A.S. 2009. Studies on the occurrence of white tail disease (WTD) caused by MrNV and XSV in hatchery-reared post-larvae of *Penaeus indicus* and *P. Monodon*. *Aquaculture*, 292: 117-120.
- Ravi, A.M., Basha, N., Taju, G., Kumar, R.R., & Hameed, S. 2010. Clearance of *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus* (MrNV) and *extra small virus* (XSV) and immunological changes in experimentally injected *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish & Shellfish Immunology*, 28: 428-433.
- Scarfe, A.D., Lee, C., & O'Brian, P.J. 2006. Aquaculture biosecurity, prevention, control, and eradication of aquatic animal disease. Blackwell Publishing, Hawaii, 187 pp.
- Shekhar, M.S., Azad, I.S., & Jithendran, K.P. 2006. RT-PCR and sequence analysis of *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus*: Indian isolate. *Aquaculture*, 252: 128-132.
- Sudhakaraman, R., Yoganandhan, K., Ahmad, V.P.I., & Hameed, A.S.S. 2006. *Artemia* as a possible vector for *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus* (MrNV) and *extra small virus transmission* (XSV) to *Macrobrachium rosenbergii*. *Diseases of Aquatic Organism*, 70: 161-166.
- Tonguthai, K. 1997. *Diseases of the freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii*. *AAHRI Newsletter Article*, 4(2): 15.
- Valenti, W.C. & Daniels, W.H. 2000. Recirculation hatchery systems and management dalam New, M.B. & Valenti, W.C. Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford, p. 69-90.
- Walker, P.J. & Winton, J.R. 2010. Emerging viral diseases of fish and shrimp. *Vet. Res.*, 41(51): 1-17.
- Wang, S.S., Chang, J.S., Wen, C.M., Shih, H.H., & Chen, S.H. 2008. *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus* infection in *Macrobrachium rosenbergii* de Man with white tail disease cultured in Taiwan. *Journal of Fish Diseases*, p. 415-422.
- Widada, J.S., Duran, S., Cambournac, I., Qian, D., Shi, Z., Dejonghe, E., Richard, V., & Bonami, J.R. 2003. Genome-based detection methods of *Macrobrachium*

rosenbergii Noda Virus, a pathogen of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: dot-blot, in situ hybridization and RT-PCR. *Journal of Fish Diseases*, 26: 583-590.

Wowor, D. & Ng, P.K.L. 2007. The giant freshwater prawns of *Macrobrachium rosenbergii* species group (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 55(2): 321-336.

