

VARIASI PRODUKTIVITAS BEBERAPA HIBRIDA UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii*) INDONESIA PADA FASE PEMBENIHAN

Fauzan Ali

Staf Peneliti Puslit Limnologi - LIPI

Diterima redaksi : 11 Juli 2011 , disetujui redaksi : 11 Oktober 2011

ABSTRAK

Indonesia mempunyai kekayaan keanekaragaman hayati yang bernilai untuk strain udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*), mulai dari perairan di Sumatera, Jawa, Kalimantan sampai Sulawesi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kombinasi silangan yang memiliki produktivitas yang tinggi dengan cara menyilangkan (crossbreed) induk yang memiliki kriteria unggul dan menguji keragaan udang galah hasil silangan berdasarkan kriteria unggul yang diinginkan. Induk-induk yang digunakan berasal dari Sungai Batanghari, Jambi (BAHARI), dari Sungai Citarik, Jawa Barat (TARIK), dari Sungai Kumai, Kalimantan Tengah (KUMAI), dan dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan (JENEBE). Berdasarkan lima kriteria unggul yang ditetapkan, kombinasi silangan JENEBE vs TARIK memperlihatkan keragaan yang paling baik, walaupun dari sisi masa inkubasi telur memperlihatkan hasil yang lebih rendah. Silangan ini diikuti oleh silangan BAHARI vs TARIK, dan KUMAI vs TARIK yang menunjukkan keragaan yang baik pada produksi pasca larva (PL), sintasan larva, dan masa inkubasi telur.

Kata kunci: udang galah, variasi produktivitas, *Macrobrachium rosenbergii*, persilangan

ABSTRACT

PRODUCTIVITY VARIATIONS OF SOME HYBRID OF INDONESIAN GIANT PRAWN (*Macrobrachium rosenbergii*) AT THE SEEDING PHASE.

Indonesia has a many of valuable biodiversity for prawns strain, starting from the waters in Sumatra, Java, Kalimantan to Sulawesi. The study was conducted to obtain hybrid combinations that have high productivity, by way of crossing (crossbreed) the parent who has superior criteria, and finally test the hybrid variety based on the criteria for superior results desired. The parent stocks were obtained from the River Batanghari, Jambi (BAHARI), from Citarik River, West Java (TARIK), from Kumai River, Central Kalimantan (KUMAI), and from the River Jeneberang, South Sulawesi (JENEBE). Based on some defined criteria, JENEBE vs TARIK combination showed the best performance, although from the egg incubation period showed a lower yield. This was followed by a combination of BAHARI vs TARIK, and KUMAI vs TARIK, which showed good performance in PL production, survival rate of larvae, and egg incubation period.

Key words: giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, productivity, crossbreed

PENDAHULUAN

Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) merupakan komoditas perikanan asli Indonesia, dengan keberadaan yang tersebar di seluruh pelosok nusantara mulai dari Sumatera, Kalimantan, Jawa sampai ke Sulawesi dan Papua. Masing-masing wilayah tersebut memiliki udang galah dengan variasi morfologi yang beragam yang dapat dicirikan dengan warna dan ukuran. Udang galah yang hidup di pantai timur Sumatera dan Kalimantan memiliki ukuran kepala besar, capit panjang dan berwarna hijau kuning, dan ada pula variasi lain dengan ukuran besar, capit panjang dan pola warna yang berbeda dengan kedua sumber daya hayati di atas (Sabar dan Ali, 2001).

Untuk memanfaatkan keunggulan kekayaan keragaman genetik ini perlu dilakukan upaya penangkaran dan budidayanya. Makin beragam sumber udang galah alami yang diperoleh, makin tinggi tingkat keragaman genetik yang didapatkan untuk diseleksi, dan makin besar pula peluang untuk mendapatkan induk udang galah yang baik.

Pada hampir semua pembenihan udang galah, untuk memperoleh benih yang berkualitas masalah utamanya adalah ketersediaan induk yang baik. Padahal induk yang berkualitas ini merupakan kunci utama dalam keberhasilan produksinya. Perairan tawar Indonesia yang kaya akan sumberdaya udang galah dengan keragaman genetiknya merupakan potensi yang besar untuk penyediaan induk. Salah satu cara mendapatkan induk yang baik adalah dengan pengkayaan keragaman genetiknya melalui perkawinan induk budidaya dengan induk dari perairan alami (Mather & Bryun, 2003).

Produksi udang galah biasanya mengandalkan hasil tangkapan di perairan umum. Akibat eksplorasi yang berlebihan dan tekanan pencemaran oleh manusia, pasokan udang galah makin menurun drastis dari waktu ke waktu. Di samping jumlah

tangkapan yang menurun dari daerah-daerah yang biasa memasok udang galah ke pasar, ukuran udang galah tangkapan pun makin kecil.

Dalam program pemuliaan induk-induk udang galah adalah mutlak diperlukan material genetik yang luas dan beragam karena sifat udang galah yang heterosis (Dobkin & Bailey dalam Mather & Bryun, 2003). Selain itu, udang galah bersifat *politypic inter or intra region* sehingga sungai-sungai di Indonesia diperkirakan mempunyai variasi genetik udang galah yang tinggi. Dengan demikian, proses pemuliaan memerlukan penelitian yang menyeluruh tentang karakteristik morfologi dan molekuler sebelum dan setelah persilangan antar strain sebelum disebarluaskan ke masyarakat.

Udang galah yang sekarang dibudidayakan di masyarakat belum ada yang distandarisasi. Perolehan calon induk biasanya diperoleh dari perairan sungai yang ada di sekitar lokasi pembenihan atau hasil pembesaran sendiri di kolam tanpa melalui seleksi dan memperhitungkan faktor genetiknya. Dengan demikian, di samping jenis yang dipelihara sangat terbatas, keunggulan yang khusus pada induk-induk di banyak pembenihan belum dapat menjamin bahwa benih udang yang dihasilkan dapat tumbuh dengan baik, dan memiliki sintasan yang tinggi. Dalam rangka optimalisasi pertumbuhan dan perkembangan usaha budidaya udang galah nasional dan untuk memperbaiki ketersediaan stok induk-induk di pembenihan, perlu dilakukan usaha pemuliaan yang sistematis untuk menghasilkan strain udang galah yang unggul.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil silangan udang galah yang memiliki karakter unggul pada fase pembenihan seperti masa larva yang singkat, mortalitas rendah, produksi pasca larva (PL) tinggi dan masa inkubasi telur yang singkat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada kurun waktu 2007-2008 di Pusat penelitian Limnologi-LIPI, Cibinong, Jawa Barat. Udang-udang dikoleksi dari beberapa perairan alami antara lain strain BAHARI dari perairan Sungai Batanghari, Jambi, strain TARIK dari Sungai Citarik, Jawa Barat, strain KUMAI dari Sungai Kumai, Kalimantan Tengah, dan strain JENEBE dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan.

Selanjutnya udang-udang tersebut diadaptasikan di laboratorium. Kolam adaptasi yang digunakan adalah kolam semen dengan ukuran $2 \times 12 \times 1 \text{ m}^3$ dengan sistem resirkulasi. Air digerakkan dengan kincir menggunakan tenaga listrik untuk membuat arus pada kisaran 9-12 cm/detik.

Dari masing-masing strain, dipilih induk-induk yang paling sehat, tidak cacat, dan pertumbuhannya paling cepat dibandingkan individu lainnya. Jumlah induk yang dipakai untuk masing-masing strain adalah 9 pasang. Ukuran panjang rata-rata (panjang karapas; dari ujung karapas sampai ujung telson) induk jantan yang digunakan adalah $18,4 \pm 4,6$ cm dan berat $103,9 \pm 84,4$ g, dengan panjang rata-rata induk betina adalah $15,1 \pm 2,2$ cm dan berat $43,3 \pm 17,6$ g.

Sebelum mengawinsilangkan, terlebih dahulu dilakukan penetapan kriteria udang galah unggul secara fenotip. Kriteria ini dijadikan target dalam pengujian hasil persilangan untuk dikembangkan sebagai calon induk udang galah unggul. Beberapa kriteria yang dikaji berdasarkan preferensi di masyarakat (petani dan konsumen) terhadap produktivitas udang galah antara lain lama periode larva, hasil pasca larva (PL), sintasan, dan keseragaman ukurannya.

Kriteria unggul ditentukan berdasarkan contoh masing-masing strain udang galah pada tiap stadia. Keunggulan induk udang betina dicirikan oleh beberapa kriteria antara lain jumlah telur tinggi, masa inkubasinya singkat dan larva yang

dihasilkan juga banyak. Hasil penetasan masing-masing silangan dari berbagai strain dianalisa dan nilai karakter unggul tertinggi dijadikan sebagai dasar dalam menetapkan keturunan yang unggul. Sintasan, laju pertumbuhan, dan keseragaman ukuran udang galah diamati selama masa pemeliharaan di pembenihan. Tingkat produktivitas paling tinggi ditentukan oleh capaian sintasan, pertumbuhan (perkembangan larva menjadi PL), dan keseragaman ukuran yang tinggi.

Udang calon induk dengan karakter terpilih dipelihara terpisah dan dijadikan calon induk untuk dikawinsilangkan. Persilangan induk dilakukan metode monogami dan poligami. Metode monogami, yaitu satu induk jantan dan betina dari strain berbeda dikawinsilangkan dalam satu akuarium. Induk betina yang mengalami ganti kulit (*molting*) segera dipasangkan dengan induk jantan yang diinginkan. Metode poligami, adalah satu induk jantan dikawinkan dengan empat ekor induk betina dalam satu bak berupa fiber berukuran $1 \times 2 \times 0,3$ m. Udang betina yang bertelur setelah perkawinan, langsung dipisahkan dari jantannya, dan sekaligus dicatat sebagai awal dari proses perkembangan (inkubasi) telurnya.

Masa inkubasi telur adalah waktu yang diperlukan dari mula pertama telur dibuahi sampai menetas. Selama inkubasi telur, saat pigmen mata embrio belum terlihat, biasanya ditandai dengan perubahan warna telur dari kuning muda ke jingga. Ketika mata sudah berpigmen dan dapat terlihat, masa inkubasi telur ditandai dengan perubahan warna dari jingga menjadi gelap sampai berwarna abu-abu. Setelah warna telur berwarna abu-abu, induk udang dipindahkan ke wadah berisi air baru bersalinitas 8 ppt, diaerasi cukup dan diberi tutup untuk kenyamanan induk udang hingga telur menetas.

Larva yang baru menetas dipindahkan ke bak pemeliharaan larva dengan cara mengkonsentrasikannya pada satu sisi

wadah menggunakan lampu sorot, sehingga air di bak penetasan tidak banyak yang terbawa ketika memindahkannya. Jumlah larva dihitung dan ditebar ke dalam bak pemeliharaan pada kepadatan 30 ekor/l.

Bak pemeliharaan larva terbuat dari fiber glass berbentuk bulat (Ø = 120 cm) berkapasitas 1 m³. Air dikondisikan pada salinitas 12 ppt, diaerasi cukup dan sekaligus diciptakan arus memutari bak dengan memanfaatkan gelembung udara dari sistem aerasi. Pakan yang diberikan disesuaikan dengan umur dan tingkat perkembangan larva. Jenis pakan yang diberikan adalah pakan hidup (*chlorella* dan *artemia*) dan pakan buatan adalah pakan buatan yang diracik sendiri dari campuran tepung terigu, tepung tapioka, telur itik, daging cumi-cumi, dan lain-lain. Pakan diberikan secara *ad libitum* empat kali sehari. Penyifonan sisa pakan dan penggantian air 20% per minggu dilakukan untuk menjaga kualitas air tetap layak selama penelitian.

Parameter perkembangan larva yang diamati selama pemeliharaan adalah lama stadia larva, produksi PL, sintasan, dan keseragaman ukuran PL yang dihasilkan.

Lama Stadia Larva

Masa pemeliharaan larva diperhitungkan dengan cara mencatat lama waktu untuk mencapai pasca larva menggunakan rumus berikut:

$$L = (L_1 + L_{50} + L_{100})/3$$

L = lama stadia larva (hari)
 L₁ = waktu (hari) saat larva mulai menjadi PL
 L₅₀ = waktu (hari) saat larva menjadi PL 50 %
 L₁₀₀ = waktu (hari) saat seluruh larva berubah menjadi PL.

Sintasan

Sintasan adalah tingkat kelangsungan hidup larva menjadi PL. Penghitungannya menggunakan rumus berikut:

$$SR = (1 - (X_0 - X_1)) \times 100$$

SR = sintasan (%)
 X₀ = jumlah udang saat ditebar
 X₁ = jumlah udang saat panen

Produksi Pasca Larva

Hasil pasca larva dihitung berdasarkan perkalian sintasan dengan jumlah larva yang dihasilkan per induk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah pasang induk yang berhasil dikawinsilangkan adalah 34 pasang (Tabel 1). Ulangan masing-masing persilangan masih terbatas karena rendahnya tingkat kecocokan pasangan induk antar strain. Perbedaan habitat alaminya memungkinkan udang dari strain berbeda memerlukan waktu adaptasi perkawinan lebih lama. Terdapat variasi adaptasi interaksi saat memasang induk antar strain, dari tipe agresif dan menyerang udang lainnya hingga yang mudah berinteraksi dan mudah dikawinkan. Rendahnya tingkat kecocokan pasangan induk antar strain, juga terkait dengan ketidaksesuaian ukuran jantan dan betina yang dipasangkan. Pada umumnya perkawinan dapat terjadi bila ukuran jantan relatif lebih besar daripada induk betina.

Masa Inkubasi Telur

Waktu yang diperlukan dalam proses perkembangan telur yang sudah dibuahi sampai menetas juga bervariasi antara satu kombinasi silangan dengan yang lainnya.

Tabel 1. Jumlah persilangan udang galah antara strain yang dilakukan.

♀ \ ♂	BAHARI	TARIK	KUMAI	JENEBE
BAHARI		5	5	4
TARIK	4		4	4
KUMAI	4	4		3
JENEBE	3	3	3	

Waktu inkubasi yang paling pendek dicapai oleh kombinasi TARIK - KUMAI (18,5 hari), diikuti oleh kombinasi silangan BAHARI - TARIK dan JENEBE - BAHARI (Tabel 2).

Jumlah Larva

Jumlah telur berhubungan erat dengan ukuran induk udang galah yang dipakai, dan tingkat keberhasilan menjadi larva sangat ditentukan oleh keberhasilan

Tabel 2. Masa inkubasi telur udang galah dari beberapa kombinasi silangan

Kombinasi Silangan (♂ vs ♀)	n	Masa Inkubasi (hari)	Rangking
KUMAI - TARIK	6	18,5 ± 5,2	1 ^a
JENEBE - BAHARI	6	19,8 ± 2,6	2 ^a
BAHARI - TARIK	8	20,9 ± 2,6	3 ^{a, b}
KUMAI - BAHARI	6	21,8 ± 2,8	4 ^b
KUMAI - JENEBE	2	22,0 ± 0,7	5 ^b
JENEBE - TARIK	6	22,3 ± 2,7	6 ^b

Huruf yang sama mengiringi nilai rangking menunjukkan tidak berbeda secara statistik ($P < 0,05$)

Perkembangan telur pada ikan dan udang erat kaitannya dengan beberapa faktor seperti suhu air, kualitas dan kuantitas makanan, serta variabel kualitas air yang lainnya (D'Abramo & Brunson, 1996). Malecha (1983) menyatakan bahwa udang galah (*M. rosenbergii*) menetas dalam masa tiga minggu setelah telur diletakkan di antara *pleopodanya*. Pada suhu 27,8 °C, telur akan menetas setelah 20-21 hari setelah memijah (D'Abramo & Brunson, 1996). Secara umum, masa inkubasi udang galah *M. rosenbergii* berkisar 16 – 26 hari (Willführ-Nast *et al.*, 1993).

Lebih lanjut Malecha (1983) mengemukakan, pada pembenihan dengan teknik penetasan langsung di bak pemeliharaan larva, sebagian besar telur menetas dan menebarkan larvanya dalam masa 48 jam. Dengan demikian induk baru dipindahkan keluar bak larva setelah 4 hari. Pada percobaan ini, penetasan dilakukan di bak terpisah. Larva dibuat mengumpul menggunakan sinar lampu sorot lalu dipindahkan ke bak dengan cara disifon menggunakan selang plastik untuk menghindari penurunan kualitas air.

pembuahan oleh induk jantan. Pada penelitian ini, kisaran berat induk betina relatif seragam (45,22 – 65,91 g), dan ukuran induk jantan yang lebih besar daripada induk betina diasumsikan tidak akan mempengaruhi tingkat pembuahan sel telur oleh sperma. Kombinasi silangan KUMAI - JENEBE menghasilkan larva yang paling tinggi di antara kombinasi silangan yang ada (Tabel 3). Silangan JENEBE - TARIK dan BAHARI - TARIK memperlihatkan hasil yang tidak berbeda, tapi berbeda dengan tiga kombinasi silangan lainnya.

Lama Stadia Larva

Lama pemeliharaan larva mempengaruhi biaya operasional pada pembenihan udang galah karena terkait dengan jumlah pemberian makanan, penggantian air, dan pemakaian listrik. Informasi tentang lama stadia larva dalam melewati 10 tingkatan perkembangan untuk menjadi PL pada udang galah sangat bervariasi bergantung pada sumber induk dan kualitas lingkungan. New (1988) menyebutkan perlu waktu antara 16-28 hari untuk mencapai PL setelah larva menetas.

Hasil lain menunjukkan kisaran yang lebih luas seperti 28-30 hari (Tidwell *et al.*, 2005), sedangkan Wilder *et al.* (2002) mencatat waktu 30 hari untuk metamorfosis larva menjadi PL.

Pada penelitian ini, dengan suhu rata-rata 30 °C dan dengan manajemen kualitas air dan rejim pakan yang sama, kisaran waktu yang diperlukan untuk mencapai PL antara 22,8 sampai 35,4 hari. Lama stadia larva ini bervariasi antara satu kombinasi silangan dengan yang lainnya. Kombinasi silangan JENEBE - TARIK memerlukan waktu paling pendek untuk mencapai stadium PL, diikuti oleh kombinasi BAHARI vs TARIK, dan KUMAI vs TARIK (Tabel 4).

Sintasan

Tingkat sintasan sangat dipengaruhi oleh kepadatan larva yang ditebar karena sifat larva yang kanibal (Wilder *et al.*, 2002). Di pembenihan, produksi udang galah seringkali berpatokan kepada nilai sintasan yang diperoleh. Hal ini terkait dengan seberapa maju teknologi pembenihan yang dipakai. Pada beberapa pembenih udang galah di Pelabuhanratu, Yogyakarta dan Makassar, capaian sintasan 10 – 15 % adalah umum di pembenihan udang galah di Indonesia (*Komunikasi pribadi*). Pada penelitian ini, tingkat sintasan larva antara 24 – 51% (Tabel 5), yang menunjukkan nilai yang telah melewati nilai rata-rata yang dicapai pada pembenihan udang galah.

Tabel 3. Perbandingan jumlah larva yang dihasilkan dengan berat induk beberapa kombinasi silangan udang galah

Kombinasi Silangan (♂ vs ♀)	n	Jumlah Larva/g induk (ekor)	Rangking
KUMAI - JENEBE	2	1.021 ± 381	1 ^a
JENEBE - TARIK	6	836 ± 505	2 ^b
BAHARI - TARIK	6	706 ± 294	3 ^b
KUMAI - BAHARI	6	543 ± 296	5 ^c
KUMAI - TARIK	8	637 ± 453	4 ^c
JENEBE - BAHARI	6	527 ± 147	6 ^c

Huruf yang sama mengiringi nilai rangking menunjukkan tidak berbeda secara statistik ($P < 0,05$)

Tabel 4. Masa stadia larva hasil kombinasi silangan udang galah

Kombinasi Silangan (♂ vs ♀)	n	Lama Stadia Larva	Rangking
JENEBE - TARIK	6	22,8 ± 1,3	1 ^a
BAHARI - TARIK	8	27,3 ± 7,4	2 ^b
KUMAI - TARIK	6	30,0 ± 3,7	3 ^b
KUMAI - JENEBE	2	33,0 ± 2,8	4 ^c
KUMAI - BAHARI	6	35,2 ± 7,3	5 ^c
JENEBE - BAHARI	6	35,4 ± 5,0	6 ^c

Huruf yang sama mengiringi nilai rangking menunjukkan tidak berbeda secara statistik ($P < 0,05$)

Waktu 22,8 hari yang dicapai pada JENEBE - TARIK ini adalah waktu yang jauh melebihi temuan Uno & Soo (1969) bahwa PL baru terjadi pada hari ke 36 dengan kondisi yang hampir sama yaitu panjang induk 15 cm, suhu air 28,0 °C, dan salinitas 6.58-6.81 ppt.

Percobaan Wilder *et al.* (2002) dengan sistem air bening (*clear water*) pada tingkat kepadatan larva yang sama dengan penelitian ini (30 ekor/l) memperoleh sintasan 52,5 %. Terdapat perbedaan tingkat sintasan pada hasil silangan antar strain (Tabel 5) yang disebabkan karena perbedaan

karakter masing-masing kombinasi silangan yang ada. JENEBE - TARIK dan KUMAI - TARIK memperlihatkan nilai sintasan paling tinggi, walaupun KUMAI - TARIK tidak menunjukkan nilai yang berbeda dengan BAHARI - TARIK.

Produksi benih PL pada penelitian ini adalah 14 ekor/l. Bila dibandingkan dengan hasil produksi PL yang diperoleh Wilder *et al.* (2002) dengan perolehan 19,5 PL/l, capaian pada penelitian ini masih lebih rendah. Perbedaan ini mengisyaratkan dua

Tabel 5. Sintasan beberapa hasil silangan udang galah.

Kombinasi Silangan (♂ vs ♀)	n	Sintasan Larva (%)	Rangking
JENEBE - TARIK	6	51,25 ± 14,40	1 ^a
KUMAI - TARIK	6	41,03 ± 18,97	2 ^{a, b}
BAHARI - TARIK	8	35,36 ± 16,39	3 ^b
KUMAI - JENEBE	2	29,41 ± 21,70	4 ^c
KUMAI - BAHARI	6	25,58 ± 14,50	5 ^c
JENEBE - BAHARI	6	24,35 ± 7,37	6 ^c

Huruf yang sama mengiringi nilai rangking menunjukkan tidak berbeda secara statistik (P<0,05)

Pasca larva (PL) adalah hasil akhir dari seluruh proses produksi yang terjadi di pembenihan udang galah. Umumnya, perolehan PL dihitung berdasarkan volume air media pemeliharaan, untuk menilai tingkat teknologi yang dipakai.

Pada penelitian ini jumlah PL adalah PL yang dihasilkan per ekor induk yang dikawin silangkan. Jumlah PL yang diperoleh dari masing-masing kombinasi silangan bervariasi satu sama lain. Nilai tertinggi dicapai oleh kombinasi silangan JENEBE - TARIK, diikuti oleh BAHARI - TARIK dan KUMAI - JENEBE (Tabel 6).

hal, yaitu perlunya perbaikan teknologi pembenihan seperti perbaikan mutu pakan dan kualitas air, dan kesesuaian lingkungan pemeliharaan terhadap udang galah hasil silangan yang diperoleh.

KESIMPULAN

Berdasarkan lima kriteria di atas, kombinasi silangan JENEBE - TARIK memperlihatkan keragaan yang lebih baik dibandingkan dengan kombinasi silangan yang lain, baik dari sisi masa stadia larva yang lebih pendek, sintasan, maupun jumlah pasca larva yang dihasilkan.

Tabel 6. Produksi PL beberapa hasil dari silangan udang galah.

Kombinasi Silangan (♂ vs ♀)	n	Jumlah PL (ekor)	Rangking
JENEBE - TARIK	6	337 ± 54	1 ^a
KUMAI - TARIK	6	249 ± 97	2 ^b
KUMAI - JENEBE	2	246 ± 129	3 ^b
BAHARI - TARIK	8	158 ± 37	4 ^c
JENEBE - BAHARI	6	99 ± 21	5 ^{c, d}
KUMAI - BAHARI	6	85 ± 33	6 ^d

Huruf yang sama mengiringi nilai rangking menunjukkan tidak berbeda secara statistik (P<0,05)

DAFTAR PUSTAKA

- D’Abramo, L. R., & M. W. Brunson, 1996. Biology and Life History of Freshwater Prawns. SRAC Publication No. 483: 1-4.
- Malecha, S., 1983. Commercial Seed Production of the Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In: James P. McVey (Editor), CRC Handbook of Mariculture, Volume I, Crustacean Aquaculture. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc., pp 205–230.
- Mather, P.B., & M. de Bryun, 2003. Genetic Diversity in Wild Stocks of the Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*): Implication for aquaculture and conservation. NAGA WororldFish Center Quarterly Vol. 26, No. 4; 4-7.
- New, M.B., 1988. Freshwater Prawns: Status of Global Aquaculture, 1987. NACA Technical Manual 6. A World Food Day 1988 Publication of The Network of Aquaculture Centres In Asia (UNDP/FAO RAS/86/047), Bangkok, Thailand.
- Sabar, F., & F. Ali, 2001. Potensi dan Peluang Pengembangan Udang Galah di Indonesia. Prosiding Workshop hasil penelitian budidaya udang galah. Jakarta, 26 Juli 2001. 14-17.
- Tidwell, J.H. L. R. D’Abramo, S. D. Coyle1 & D.Yasharian, 2005. Overview of Recent Research and Development in Temperate Culture of the Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) in the South Central United States. *Aquaculture Research*, 36, 264-277.
- Uno, Y., & K. C. Soo, 1969. Larval Development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) Reared in the Laboratory. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 55 (2) 179-190.
- Wilder, M. N., N. T. Phuong, T. T. T. Hien, N. T. Hai, & D. T. T. Huong, 2002. Development of Freshwater Prawn Seed Production Technology Suitable for use in the Mekong Delta Region of Vietnam. *JIRCAS Research Highlights 2002*; 40-41.
- Willführ-Nast, J., H. Rosenthal, P.J. Udo, F. Nast, 1993. Laboratory Cultivation and Experimental Studies of Salinity Effects on Larval Development in the African River Prawn *Macrobrachium vollenhovenii* (Decapoda, Palaemonidae). *Aquat. Living Resour*, 6, 115-137.