

Bioekologi Udang *Macrobrachium* spp. di Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas

Kusbiyanto

Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

Diterima Oktober 2008 disetujui untuk diterbitkan Januari 2009

Abstract

Shrimp species diversity in River Banjaran is in a trend to reduce from time to time. In order to verify this trend, a research on bioecology of freshwater shrimp *Macrobrachium* spp. In River Banjaran was done using survey method. River's body was divided into three different areas according to their environmental condition. On each area, six sampling stations were defined with the distance among stations were ± 0.5 km. The shrimps were collected using electroshocker, ancho, and waring. The samples were preserved in 70% ethanol and were identified. Only four species of shrimps were found during the survey, those are *Macrobrachium cowlesi*, *M. idea*, *M. esculentum*, and *M. oenone*. Shrimp relative abundance among areas was similar with the highest relative abundance was found for *M. cowlesi*. Sex ratio analysis for all species showed that male individuals were more abundance than the female ones. This result provided a picture that species diversity of freshwater shrimps in River Banjaran is still in continuous decrease. Therefore, it is necessary to make some efforts to conserve the rest of *Macrobrachium* species in Banjaran River.

Key words: bioecologi, *Macrobrachium*, River Banjaran

Pendahuluan

Udang merupakan salah satu sumberdaya hayati perairan yang cukup penting sebagai komoditas perikanan baik darat maupun laut. Usaha budidaya udang laut seperti *Penaeus monodon* telah berkembang dengan pesat. Sementara itu, usaha budidaya udang air tawar dari genus *Macrobrachium* spp. belum begitu berkembang. Menurut Amri (2003) budidaya udang *Macrobrachium* belum banyak dilakukan oleh petani ikan dan udang karena udang tersebut memiliki ukuran tubuh lebih kecil jika dibandingkan dengan udang laut.

Macrobrachium spp. merupakan udang air tawar yang termasuk dalam ordo Decapoda dengan ciri-ciri pleura segmen kedua menutupi sebagian dari pleura pertama dan ketiga. Perioopod yang ketiga tidak memiliki chela. Insangnya bersifat polybranch (Ghufron *et al.*, 1997). Ciri genus *Macrobrachium* adalah duri supraorbital dan duri branchiostegal tidak ada, duri hepatik ada, mandibula dilengkapi palpus, dan memiliki dactylus pada perioopod ketiga (Holthuis, 1955).

Indonesia terdapat lebih kurang 30 species udang air tawar dari genus *Macrobrachium* (Holthuis, 1955). Menurut Amri (2003) udang *Macrobrachium* di Indonesia tinggal 19 species. Sementara itu, Kabupaten Banyumas terdapat 8 species udang air tawar (Darbohesodo, 1989), tetapi Siregar *et al.* (2001) melaporkan bahwa species udang *Macrobrachium* di tiga sugai di Kabupaten Banyumas hanya ada 6 species, yaitu *M. cowlesi*, *M. idea*, *M. oenone*, *M. lancesteri*, *M. esculenum*, dan *Macrobrachium* sp. Hal tersebut menjadi indikasi kuat bahwa sedang terjadi proses penurunan keanekaragaman udang *Macrobrachium* di Indonesia pada umumnya dan khususnya di Kabupaten Banyumas.

Untuk mencegah terjadinya kepunahan lebih lanjut pada sumberdaya udang *Macrobrachium* khususnya di Kabupaten Banyumas, maka perlu dilakukan berbagai upaya yang dapat mendukung kelestarian sumberdaya tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan kegiatan konservasi. Namun, sebelum kegiatan konservasi dapat diterapkan perlu dilakukan beberapa kegiatan awal diantaranya adalah

studi mengenai daya dukung lingkungan sungai di wilayah Banyumas khususnya Sungai Banjaran aspek bioekologi udang *Macrobrachium* dan sebagainya. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai aspek bioekologi udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran.

Aspek bioekologi udang *Macrobrachium* sangat penting untuk dipahami karena akan menentukan tindakan yang tepat dalam menangani udang tersebut. Pada akhirnya, keberhasilan upaya konservasi dan budidaya dapat ditentukan. Beberapa aspek bioekologis yang penting antara lain distribusi, kelimpahan dan sex ratio.

Distribusi adalah suatu perubahan kelimpahan sebagai akibat adanya faktor lingkungan (Hidayat, 1982). Hadie (2002) menyatakan bahwa faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi adalah pH, suhu, kandungan oksigen, alkalinitas, unsur kalsium, natrium dan kalium. Sementara itu, Ling (1969) menyatakan bahwa distribusi udang air tawar dipengaruhi oleh adanya fase air payau dan tawar selama siklus hidupnya. *Macrobrachium* memiliki distribusi geografis yang sangat luas mulai dari Afrika sampai French-Polynesia, termasuk Indonesia (Holthuis, 1955).

Kelimpahan merupakan petunjuk mengenai kepadatan relatif suatu organisme pada satu tempat tertentu (Krebs, 1978). Kelimpahan organisme di suatu habitat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan. Montonya (2003) menyatakan bahwa kelimpahan udang *Macrobrachium* spp. dipengaruhi oleh adanya pasang-surut dan beberapa faktor lingkungan lainnya seperti oksigen terlarut, suhu, pH dan ketersediaan sumber pakan.

Sex ratio adalah perbandingan antara individu jantan dan betina pada saat koleksi sampel (Lagler, 1970; Effendi, 2002). Menurut Holthuis (1955) dan Ling (1969), sex ratio udang *Macrobrachium* spp, terutama *Macrobrachium rosenbergii* adalah 1:5 (1 jantan : 5 betina). Sex ratio sangat penting dalam satu populasi karena sangat berpengaruh terhadap tingkat reproduksi dan pola penyebaran udang (Ling, 1969; Hadie, 1995).

Beberapa udang air tawar cukup potensial untuk dibudidayakan seperti *M. oenone*, *M. idea*, *M. cowlesi* dan *M. rosenbergii*. Namun, di Indonesia saat ini udang air tawar yang banyak dibudidayakan hanya *M. rosenbergii*. Hal tersebut salah satunya diduga karena aspek bioekologi udang-udang air tawar yang lain belum banyak diketahui, terutama yang berasal dari Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas. Padahal aspek-aspek tersebut sangat penting dalam menunjang upaya konservasi dan budidaya suatu organisme. Oleh karena itu, penelitian dasar mengenai aspek bioekologi udang air tawar di Sungai Banjaran perlu dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspek bioekologi udang *Macrobrachium* spp. di Sungai Banjaran. Data tersebut sangat penting dalam menunjang upaya budidaya dan konservasi udang tersebut, khususnya di Sungai Banjaran.

Materi dan Metode

Sampel udang *Macrobrachium* diambil di Sungai Banjaran kota Purwokerto Kabupaten Banyumas mulai bulan Februari sampai dengan Maret 2005. Identifikasi udang dilakukan di Laboratorium Taksonomi Hewan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

Penelitian dilakukan dengan metode survai. Pengambilan sampel dilakukan di tiga wilayah dengan rona lingkungan berbeda. Rona lingkungan I dicirikan dengan adanya substrat dasar berupa batuan besar sampai kecil, tepi sungai berupa batu cadas dengan tebing curam. Permukaan tepian tertutup tumbuhan liar. Tata guna lahan sekitar daerah aliran sungai (DAS) berupa hutan damar, hutan pinus dan semak belukar. Lebar sungai antara 20-26 m dengan kedalaman berkisar antara 25-260 cm. Rona lingkungan II memiliki karakteristik substrat dasar berupa batuan sedang sampai kecil, pasir kerikil, dan pasir berlumpur. Tepian sungai memiliki struktur tanah berbatu dan landai. Permukaan tepian sungai ditutupi rerumputan, pohon pisang, pohon kelapa, waru, kalba dan bambu. Tata guna lahan DAS berupa kebun, pekarangan dan pemukiman penduduk. Lebar sungai di daerah ini berkisar antara 10-50 m dengan kedalaman mulai dari 20-300 cm. Rona lingkungan III dicirikan oleh substrat dasar sungai berupa kerikil, pasir dan pasir berlumpur. Tepian sungai berupa tanah yang jarang atau tidak ditutupi rerumputan.

Tumbuhan yang ditemukan berupa pohon pisang dan sedikit bambu. Tata guna lahan di DAS areal ini berupa lahan pertanian seperti sawah, kebun jagung dan ketela. Sungai di daerah ini memiliki lebar mulai dari 25-70 m dengan kedalaman berkisar antara 50-400 cm. Pada tiap-tiap rona lingkungan ditentukan enam titik pengambilan sampel. Jarak antar stasiun pengambilan sampel adalah $\pm 0,5$ km. Sampel udang dikoleksi dengan bantuan alat *electroshocker* 12 volt (jarak operasi ± 1 m²), ancho dan seser dengan ukuran mata 0,5 cm. Sampel udang yang diperoleh dimasukkan kedalam botol sampel yang telah diisi alkohol 70%. Masing-masing botol sampel diberi label sesuai dengan stasiun dan rona lingkungan di mana udang dikoleksi. Identifikasi udang *Macrobrachium* dilakukan mengikuti kunci determinasi dari Darbohesodo (1991).

Keanekaragaman species udang *Macrobrachium* spp. pada setiap stasiun penelitian ditentukan melalui proses identifikasi dan determinasi. Jumlah individu untuk tiap-tiap species yang tertangkap juga dihitung dan dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu. Kelimpahan relatif udang *Macrobrachium* dihitung menggunakan rumus dari Krebs (1978) sebagai berikut : $KR = (Ni / \sum \text{individu per unit koleksi}) \times 100\%$ (Ni = jumlah individu species ke i ; 1 unit koleksi = 30 kali "on" elektroshock, 1 kali "on" selama 5 detik dengan radius 1 m² ditambah 5 kali tebar jala dan 5 kali ancho). Data kelimpahan relatif antar stasiun dianalisis menggunakan analisis ANOVA untuk melihat perbedaannya. Jika ada perbedaan maka analisis dilanjutkan dengan uji Duncant (Steel and Torrie, 1995).

Distribusi longitudinal udang *Macrobrachium* spp. dianalisis dengan membuat plot berdasarkan ketinggian masing-masing stasiun penelitian. Interpretasi data dilakukan berdasarkan grafik yang terbentuk dan pola distribusi dianalisis dengan bantuan software BD Pro. Perbandingan jumlah individu jantan dan betina dihitung menggunakan rumus dari Lagler (1970) sebagai berikut: $\text{Sex Ratio} = (\sum \text{jantan} / \sum \text{individu betina}) \times 100\%$.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan identifikasi dan determinasi diperoleh empat species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran, yaitu *M. cowlesi*, *M. idea*, *M. esculentum* dan *M. oenone*. Jumlah individu pada masing-masing species dari 18 stasiun pengambilan sampel di tiga rona lingkungan perairan Sungai Banjaran cukup bervariasi, bahkan pada stasiun penelitian yang ke dua tidak ditemukan adanya udang (Tabel 1).

Tabel 1. Keragaman species udang *Macrobrachium* spp. pada tiap-tiap stasiun di tiga rona lingkungan perairan Sungai Banjaran.

Table 1. Species diversity of *Macrobrachium* spp. in each of station in three types of environment in River Banjaran

Rona Lingkungan	No.	Species	Stasiun penelitian					
			1	2	3	4	5	6
I	1.	<i>M. cowlesi</i>	+	-	+	+	+	+
	2.	<i>M. idea</i>	-	-	-	-	-	-
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	-	-	-	-	+
	4.	<i>M. oenone</i>	-	-	-	-	-	+
II	1.	<i>M. cowlesi</i>	+	+	+	+	+	+
	2.	<i>M. idea</i>	-	-	+	+	-	-
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	+	+	+	+	-
	4.	<i>M. oenone</i>	-	-	-	-	+	-
III	1.	<i>M. cowlesi</i>	+	+	+	+	+	+
	2.	<i>M. idea</i>	-	+	+	+	+	+
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	+	+	-	-	+
	4.	<i>M. oenone</i>	-	+	+	+	-	+

Keterangan: + ditemukan, - tidak ditemukan

Hasil tersebut menunjukkan bahwa species *M. cowlesi* mendominasi pada setiap stasiun. Berturut-turut diikuti *M. esculentum*, *M. idea* dan terakhir adalah *M. oenone*. Jika dibandingkan dengan penelitian Darbohesodo (1989) dan Siregaar (2001) yang masing-

masing menemukan delapan dan enam species udang *Macrobrachium* di wilayah Banyumas termasuk Sungai Banjaran, maka hasil penelitian ini mengindikasikan adanya penurunan keragaman species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran.

Species *M. cowlesi* merupakan jenis yang paling sering ditemukan, kemudian diikuti oleh *M. esculentum* di urutan kedua. Hal tersebut diduga karena kedua species memiliki kemampuan adaptasi lebih baik terhadap kondisi lingkungan jika dibandingkan dengan kedua species sisanya. Darbohesodo (1989) menyatakan bahwa *M. cowlesi* dan *M. esculentum* memiliki daya tahan yang baik terhadap kondisi perairan yang kurang baik. Lebih lanjut dinyatakan bahwa meskipun udang air tawar membutuhkan air payau, akan tetapi *M. cowlesi* mampu memijah di air tawar. Alasan lainnya adalah *M. cowlesi* memiliki ukuran tubuh yang kecil sehingga tidak diminati oleh pencari ikan. Hasil survei menunjukkan bahwa hasil tangkapan udang oleh pencari ikan sebagian besar (70%) adalah individu berukuran lebih dari 15 mm. Sementara itu ukuran *M. cowlesi* memiliki ukuran berkisar antara 4 mm sampai dengan 15 mm. Sedangkan species lainnya memiliki ukuran mulai dari 10-53 mm pada *M. idea*, 8-49 mm untuk *M. esculentum* dan 10-36 mm untuk *M. oenone*. Hal tersebut diduga merupakan argumnetasi tambahan mengapa *M. cowlesi* lebih sering ditemukan.

Kelimpahan rata-rata species udang pada tiga rona lingkungan di perairan Sungai Banjaran tidak sama. Adapun, nilai kelimpahan relatif udang *Macrobrachium* spp. pada setiap stasiun dalam tiga rona lingkungan berkisar antara 15,38% dan 100% (transformasi arcinus 1,28% dan 91,28%) selengkapnya disajikan pada Tabel 2. Kelimpahan tertinggi terjadi pada *M. cowlesi* yaitu sebesar 91,28% khususnya terjadi di stasiun 1,3,4 dan 5 pada rona lingkungan 1. Di rona lingkungan II kelimpahan relatif tertinggi juga dimiliki oleh *M. cowlesi* dengan nilai 91,28% yang ditemukan pada stasiun 1 dan 6. Sementara itu, kelimpahan tertinggi di rona lingkungan III juga terjadi pada species *M. cowlesi* dengan nilai 100% di stasiun 1 dan 72,97% di stasiun 5.

Tabel 2. Kelimpahan relatif (%) species pada tiap stasiun di tiga rona lingkungan
Table 2. Species relative abundance (%) of each station in three types of environment

Rona Lingkungan	No.	Species	Stasiun penelitian					
			1	2	3	4	5	6
I	1.	<i>M. cowlesi</i>	100	100	100	100	100	45,95
	2.	<i>M. idea</i>	-	-	-	-	-	-
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	-	-	-	-	32,43
	4.	<i>M. oenone</i>	-	-	-	-	-	21,62
II	1.	<i>M. cowlesi</i>	100	59,26	56,76	42,42	35,48	100
	2.	<i>M. idea</i>	-	-	27,03	33,33	-	-
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	40,74	16,22	24,24	41,94	-
	4.	<i>M. oenone</i>	-	-	-	-	22,58	-
III	1.	<i>M. cowlesi</i>	100	44,16	35,90	44,23	72,97	38,46
	2.	<i>M. idea</i>	-	20,78	25,64	28,85	27,03	26,92
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	15,58	23,08	-	-	17,95
	4.	<i>M. oenone</i>	-	19,48	15,38	26,92	-	16,67

Hasil analisis kelimpahan relatif menunjukkan bahwa *M. cowlesi* mendominasi pada semua rona lingkungan perairan Sungai Banjaran (Tabel 3). Hal tersebut diduga karena *M. cowlesi* memiliki daya tahan terhadap kondisi lingkungan yang paling baik di antara empat species *Macrobrachium* yang ditemukan di sungai tersebut. Disamping itu, dominansi diduga terjadi karena *M. cowlesi* mampu memijah di air tawar, sementara tiga species lainnya tidak (Darbohesodo, 1989). Kemampuan memijah di air tawar dibuktikan dengan tertangkapnya berbagai ukuran individu untuk *M. cowlesi* pada semua rona lingkungan yang diamati.

Tabel 3. Kelimpahan species udang *Macrobrachium* di tiga rona lingkungan
 Table 3. Species abundance of *Macrobrachium* in three types of environment

No	Species	Rona Lingkungan		
		I	II	III
1.	<i>M. cowlesi</i>	84,50	60,71	48,72
2.	<i>M. idea</i>	-	12,50	23,36
3.	<i>M. esculentum</i>	9,30	22,62	12,54
4.	<i>M. oenone</i>	6,20	4,17	15,38

Pada tabel tiga dapat diketahui adanya indikasi penurunan kelimpahan udang *M. cowlesi* dari rona lingkungan I ke rona lingkungan III. Sementara itu, untuk ketiga species lainnya justru terjadi kecenderungan adanya kenaikan kelimpahan dari rona lingkungan I ke rona lingkungan tiga kecuali untuk *M. esculentum* yang cenderung melimpah di rona lingkungan II. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa *M. cowlesi* lebih memilih daerah hulu meskipun dapat bertahan pada semua lingkungan. *M. idea* dan *M. oenone* lebih menyukai daerah hilir, sedangkan *M. esculentum* lebih menyukai daerah tengah sungai (rona lingkungan II).

Hasil analisis varian (ANOVA) terhadap data kelimpahan relatif yang diperoleh dari tiga rona lingkungan perairan Sungai Banjaran menunjukkan bahwa kelimpahan relatif tidak ditentukan oleh interaksi antara rona lingkungan dan species udang *Macrobrachium* spp. ($F_c=0,79 < F_{\alpha 0,05}=3,15$). Hal tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan relatif udang sama pada semua rona lingkungan di Sungai Banjaran. Dalam penelitian ini kelimpahan relatif sangat ditentukan oleh interaksi biologis antar species, yang meliputi kompetisi pakan dan ruang yang merupakan habitat udang ($F_c=29,45 > F_{\alpha 0,05}=2,76$). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ling (1969) dan Darbohoesodo (1989) yang menyatakan bahwa keberadaan udang *Macrobrachium* dalam satu habitat akan saling mempengaruhi terutama dalam upaya mencari pakan. Berdasarkan uji jarak berganda Duncant terbukti bahwa *M. cowlesi* memiliki kelimpahan relatif tertinggi.

Tabel 4. Pola distribusi species *Macrobrachium* spp.
 Table 4. Distribution pattern of *Macrobrachium* spp.

No	Species	Varianve	Mean	Chi-sq	Df	Probabilitas	Pola Distribusi
1.	<i>M. cowlesi</i>	49,1397	22,4706	34,9895	16	0,0040675	Mengelompok
2.	<i>M. idea</i>	63,6838	6,0588	168,1748	16	0	Mengelompok
3.	<i>M. esculentum</i>	42,3897	5,5294	122,6596	16	0	Mengelompok
4.	<i>M. aonone</i>	35,4338	4,0588	139,6812	16	0	Mengelompok

Keberadaan udang di setiap stasiun tidak merata. Hal tersebut diduga karena distribusi udang pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kualitas air, arus, pakan dan substrat dasar. Menurut Krebs (2001), organisme yang hidup dalam kelompok cenderung mengelompok dalam satu habitat tertentu. Sifat mengelompok ini (schooling) dipengaruhi oleh predator, efisiensi penggunaan ruang, jumlah dan jenis pakan serta substrat dasar perairan.

Tabel 5. Sex ratio udang *Macrobrachium* spp. pada tiga rona lingkungan.
 Table 5. Sex ratio of *Macrobrachium* spp. in three types of environment

No.	Species	Rona Lingkungan			Jumlah Betina	
		I (%)	II (%)	III (%)	B (%)	TB (%)
1.	<i>M. cowlesi</i>	58,716	54,092	63,158	61	39
2.	<i>M. idea</i>	-	57,143	58,537	57	43
3.	<i>M. esculentum</i>	58,333	50,000	56,818	60	40
4.	<i>M. oenone</i>	62,500	57,143	57,407	64	36

Keterangan: - = tidak ditemukan, B = bertelur, TB = tidak bertelur

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran terdistribusi secara mengelompok pada habitat tertentu untuk semua rona lingkungan (Tabel 4). Hal tersebut karena karakteristik dan tingkat kesuburan pada masing-masing stasiun penelitian bervariasi. Menurut Holthuis (1955) dan Widha (2003), udang air tawar menyukai substrat dengan kondisi yang dapat menyediakan berbagai jenis pakan, sehingga udang memiliki tingkahlaku migrasi secara bergerombol untuk mencari habitat yang sesuai.

Analisis sex ratio menunjukkan bahwa perbandingan antara individu jantan dan betina tidak seimbang. Individu jantan jumlahnya lebih banyak daripada betina. Sex ratio tersebut berlaku untuk semua species *Macrobrachium* yang tertangkap (Tabel 5). Hal tersebut diduga terjadi karena pada waktu penelitian berlangsung bersamaan dengan musim penghujan yang merupakan musim memijah bagi udang. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil tangkapan yang menunjukkan bahwa 57-64% individu betina sedang mengerami telur. Menurut Ling (1969) dan Darbohoesodo (1989), udang *Macrobrachium* dapat memijah sepanjang tahun tetapi puncaknya terjadi pada akhir musim penghujan atau awal musim kemarau. Waktu memijah udang akan bermigrasi ke arah muara. Setiap udang betina akan diikuti 3-5 udang jantan (Ling, 1969; Hadie, 1995). Oleh karena itu cukup beralasan jika pada saat penelitian dilakukan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa udang jantan lebih banyak daripada betina.

Menurut Ling (1969) dan Hadie (1995), sex ratio akan berpengaruh terhadap tingkat reproduksi dan pola penyebaran udang. Waktu memijah udang cenderung bergerombol atau mengelompok pada suatu habitat. Hal tersebut dilakukan disamping untuk mencari tempat berlindung, juga sebagai upaya mendapatkan habitat yang dapat menyediakan pakan dalam jumlah yang cukup bagi larvanya.

Kesimpulan

Keragaman species udang pada penelitian ini lebih rendah dari dua penelitian terdahulu. Hal tersebut membuktikan penurunan species terus berlangsung di Sungai Banjaran. Kelimpahan relatif yang tinggi dimiliki oleh *M. cowlesi*. Sex ratio untuk semua species udang menunjukkan bahwa individu jantan lebih melimpah dari individu betina. Ke tiga hal tersebut memberikan indikasi bahwa komunitas udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran dalam kondisi terancam. Oleh karena itu, upaya intensif dalam mempertahankan komunitas yang tersisa perlu ada.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Achmad Iqbal, M.Si., dan Drs. Setijanto, M.Sc.St. yang telah memberikan masukan dan saran yang tak ternilai selama penelitian. Ungkapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu kelancaran penelitian.

Daftar Pustaka

- Amri, K., 2003. Budidaya udang windu secara intensif. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Darbohoesodo, 1989. Potensi sumberdaya udang air tawar di daerah Banyumas. Makalah Workshop tentang Potensi *Macrobrachium* spp. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- , 1989. Buku determinasi dan identifikasi udang-udang *Macrobrachium*. Jurusan Zoologi Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- Efendie, M.I., 2002. Biologi perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Ghufron, M.H.K.D., 1997. Budidaya air payau. Prizi, Bandung.
- Hadie, W., 1995. Pembenihan udang galah, usaha industri rumah tangga. Kanisius, Yogyakarta.

- Hidayat, A., 1982. Kelimpahan dan penyebaran udang Penaeid muda di muara kali Sage Teluk Banten Jawa Barat. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Holthuis, L.B., 1955. Kunci determinasi genera dan subgenera Palaemonidae. Diterjemahkan dari "The Palaemonidae collected by The Sibolga Snellius Expedition with Remark on Other Species I". E.J. Brill, Leiden.
- Krebs, C.J., 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper Raw Publication, New York.
- Lagler, K.F., 1970. Freshwater fishery biology. W.M.C. Brown Company Publisher, Iowa.
- Ling, H.S., 1969. The general account of giant tiger prawn *Macrobrachium rosenbergii* de Man and method of rearing and culturing. IPEC. Contribution Paper No. 40.
- Montoya, J.V., 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichornia crassipes* (water hyacinth) in the Orinoco Delta Venezuela. Department of Wildlife and Fishery Sciences, Texas A & M University, College Station, Texas.
- Siregar, A.S. Sinaga, T.P. dan Setijanto., 2001. Studi ekologi fauna bentik (*Macrobrachium* spp.) di Sungai Banjaran, Pelus dan Logawa Kabupaten Banyumas. Biosfera 8 (1): 1-6.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1995. Prinsip dan prosedur statistika, suatu pendekatan biometrika. Edisi kedua. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Widha, W., 2003. Beberapa aspek biologi reproduksi lobster air tawar jenis red claw (*Cherax quadricarinatus* von Mortens; Crustacea, Parastacidae). Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.