

## HIBRIDISASI ANTARSTRAIN UDANG AIR TAWAR ASLI INDONESIA (*Macrobrachium sintangense* De Man 1898)

Djamhuriyah S. Said dan Novi Mayasari

Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

Email : [djamhuriyah@limnologi.lipi.go.id](mailto:djamhuriyah@limnologi.lipi.go.id)

Diterima : 31 Agustus 2016, Disetujui : 25 April 2017

### ABSTRAK

Udang regang (*Macrobrachium sintangense*) merupakan udang air tawar asli Indonesia yang belum dikembangkan. Udang ini memiliki kandungan protein yang tinggi dan salah satu fungsinya sebagai sumber protein masyarakat. Pusat Penelitian Limnologi-LIPI melakukan penelitian dan pengembangan udang regang pada tahun 2012-2014. Salah satu topik penelitiannya yaitu hibridisasi untuk mencari kombinasi tetua terbaik guna memperoleh hibrida yang unggul. Hibridisasi interstrain dilakukan secara resiprokal dengan 4 kali ulangan pada 5 strain udang teradaptasi yang berasal dari wilayah Jawa Barat (Bogor/A); Jawa Tengah (Brebes-Malahayu/B); Lampung (Way Sakampung/C); Jawa Timur (Sidoarjo/D); dan Kalimantan Barat (Sintang/E). Pengamatan dilakukan pada kemampuan menghasilkan telur (kemampuan hibridisasi), kemampuan menghasilkan larva, lama inkubasi telur (LIT), jumlah larva, pertumbuhan, dan sintasan. Kemampuan hibridisasi yang dicapai antara 0-100%, namun penetasan berlangsung 0-50% dengan LIT 22-25 hari. Terlihat bahwa strain Kalimantan tidak mampu beradaptasi maupun berhibridisasi. Hibrida dari pasangan AB dan BA memberikan penampilan pertumbuhan dan sintasan terbaik. Dari jarak genetik terlihat bahwa strain Jawa Barat (A) berkerabat dekat dengan strain Jawa Tengah (B).

**Kata kunci:** hibridisasi antara strain, udang regang, tetua terbaik, jarak genetik

### ABSTRACT

**INTERSTRAIN HYBRIDIZATION OF INDONESIAN FRESHWATER PRAWN *Macrobrachium sintangense* De Man, 1898.** *Macrobrachium sintangense* is an Indonesian freshwater prawn called "udang regang". Local people use the prawn as food by catching. The prawn has high protein content, however it has not been domesticated. Research Center for Limnology-LIPI has been conducted a research to domesticate the prawn in 2012-2014, among others by hybridization. Interstrain hybridization (reciprocal) among strains West Java (Bogor/A); Central Java (Brebes-Malahayu/B); Lampung (Way Sakampung/C); East Java (Sidoarjo/D); and West Kalimantan (Sintang/E) was conducted. The experiment was carried out by pairing a couple of broodstock of each strain. Observation were conducted in four replicates on production of eggs, hatching ability of larvae (HA), length of incubation period (LIP), number of larvae, survival rate (SR) and growth rate. The prawn hybridization ability was 0-100%, with hatching ability 0-50%, and LIP 22-25 days. Strain West Kalimantan failed to spawn. The crossing of AB and BA were the highest performance of SR and growth rate. Strain Bogor-West Java (A) is more closely related to strain Malahayu-Central Java (B) than the others.

**Key Words:** interstrain hybridization, regang prawn, best combination, and genetic distance

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak jenis udang air tawar dengan jumlah tidak kurang dari 37 spesies yang tersebar di wilayah perairan darat Indonesia (Sabar, 1979). Salah satu di antaranya adalah *Macrobrachium sintangense* De Man, 1898. Udang ini memiliki nama lokal udang regang, dan sebagian masyarakat menyebutnya udang sintang bahkan dengan sebutan sintang saja. Di dunia Internasional udang tersebut dikenal dengan nama *Sunda river prawn* atau *Sunda Prawn* ([http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search)). Secara umum udang regang memiliki daerah edar yang sangat luas. Udang regang tersebar luas di seluruh dataran rendah Paparan Sunda, dari Jawa, Sumatra, dan Kalimantan bagian barat, Semenanjung Malaysia sampai dengan Thailand, Laos, dan Vietnam (Holthuis, 1950).

Udang regang tergolong udang air tawar yang berukuran relatif kecil dengan bentuk tubuh semi-silindris. Ukuran panjang total tubuh dapat mencapai 5-7 cm dengan berat sampai lebih daripada 4 gram. Dari hasil pengamatan terlihat bahwa udang regang asal Lampung-Sumatra memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil dan menghuni perairan mengalir. Sedangkan udang regang di Jawa cenderung berukuran besar dengan jumlah telur yang relatif banyak dan cenderung menghuni perairan tergenang walaupun ditemukan pula di sungai seperti di daerah Majenang-Jawa Tengah (Wowor, *et al.*, 2014).

Dalam sistematika biologi udang regang berada dalam famili Palaemonidae yang tersusun dalam klasifikasi sebagai berikut:

Filum : Arthropoda  
Sub Filum : Crustacea Brunnich, 1772  
Kelas : Malacostraca Latreille, 1802  
Ordo : Decapoda Latreille, 1802  
Famili : Palaemonidae Rafinesque, 1815  
Genus : *Macrobrachium* Bate, 1868  
Spesies : *Macrobrachium sintangense* (De Man, 1898) – *Sunda river prawn* [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=96360](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=96360)

Selama ini udang regang di berbagai daerah dimanfaatkan sebagai sumber protein masyarakat. Sedangkan di dunia ikan hias, udang regang dimanfaatkan sebagai salah satu jenis pakan hidup karena dapat meningkatkan kualitas warna ikan hias seperti ikan arwana. Fungsi lain yaitu sebagai bahan umpan dalam acara *sport fishing*. Selain itu udang jenis ini juga berpotensi sebagai sumber kitin kitosan (Zulfikar & Ratnadewi, 2006). Pemenuhan kebutuhan tersebut masih dari hasil tangkapan. Penurunan kualitas habitat, peningkatan suhu perairan, peningkatan jenis hewan perairan introduksi telah cenderung menurunkan populasi udang regang di habitatnya (Said, *et al.*, 2012). Sementara itu udang regang secara alami memiliki fungsi dalam sistem jejaring makanan baik sebagai pengontrol seperti terhadap larva nyamuk berbahaya, juga merupakan sumber pakan bagi predatornya (Said, *et al.*, 2014). Hilangnya sumberdaya udang regang di alam dapat menyebabkan terganggunya kondisi ekosistem suatu perairan. Menyikapi hal tersebut, maka perlu dilakukan pengembangan udang regang di luar habitatnya.

Pengetahuan mengenai perkembangan dan kehidupan udang pada umumnya sangat penting untuk memecahkan masalah hubungan antara jenis dalam sistematika atau hubungan antara strain. Begitu juga dalam usaha pembibitan atau pemeliharaan (Sabar, 1979) atau dalam pemuliaan/peningkatan kualitas. Salah satu teknologi peningkatan kualitas yaitu melalui hibridisasi. Hibridisasi pada umumnya dapat meningkatkan heterosis pada organisme yang dikembangkan sehingga cenderung memberikan hasil yang unggul. Hibridisasi dapat dilakukan antara populasi (antara strain) atau antara jenis yang berbeda, baik pada tumbuhan maupun pada hewan. Pada sistem pengembangan hewan air (ikan), hibridisasi telah umum dilakukan seperti pada ikan konsumsi (Chevasus, 1983), ikan hias rainbow (Said, *et al.*, 2000), ikan kerapu (KKP, 2012; 2013), ikan *Synodontis* (Hairunnisa, 2013), dan lain lain. Menurut Chevasus, (1983) bahwa hibridisasi sangat efektif untuk meningkatkan sintasan dan pertumbuhan pada ikan Salmonid dan Cyprinid, sedangkan Tave (1986) menyatakan bahwa pemanfaatan lain dari hibridisasi yaitu

untuk menghasilkan hibrida baru (strain baru) seperti yang telah dilaporkan pada ikan *rainbow trout*, *brown trout*, dan *brook trout*.

Hibridisasi pada udang telah pula dilakukan seperti pada pengembangan udang windu (Dahlia & Hasniar, 2013), udang galah (Hadie, *et al.*, 2006; dan Imron, *et al.*, 2010). Begitu pula halnya dengan Graziani, *et al.* (2003) yang melakukan hibridisasi antar spesies pada udang *Macrobrachium rosenbergii* dengan *M. carcinus*; Fu, *et al.* (2004) pada udang *Macrobrachium nipponense* dengan *M. haenaniense*. Akan tetapi hibridisasi pada udang regang belum pernah dilaporkan. Penelitian ini menguji kemampuan hibridisasi antara strain udang regang strain Jawa Barat, Jawa Tengah, Sumatra (Lampung), Jawa Timur, dan Kalimantan Barat. Diharapkan dapat ditentukan kombinasi tetua udang regang terbaik dalam menghasilkan udang hibrida.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian hibridisasi dilakukan di Laboratorium Akuatik Pusat Penelitian Limnologi – LIPI pada tahun 2013-2014. Udang uji terdiri dari 5 strain yaitu asal Bogor, Jawa Barat (A), Malahayu, Jawa Tengah (B), Way Sakampung, Lampung (C), Sidoarjo Jawa Timur (D), dan Kapuas Kalimantan Barat (Sintang/E). Perkawinan dilakukan secara resiprokal. Huruf yang pertama disebut menunjukkan induk berkelamin jantan. Dengan demikian penelitian menggunakan 5 kontrol (AA; BB; CC, DD ; dan EE) dan 20 kombinasi perlakuan hibridisasi (AB, AC, AD, AE, BA, BC, BD, BE, CA, CB, CD, CE, DA, DB, DC, DE, EA, EB, EC, dan ED (Tabel 1). Untuk pengamatan kemampuan berhibridisasi dilakukan pada 4-10 ulangan, namun yang dianalisis lebih lanjut hanya dari 4 ulangan. Induk udang yang digunakan berumur antara 6-8 bulan yang merupakan hasil tetapan dan pembesaran di Pusat Penelitian Limnologi-LIPI (yang merupakan udang teradaptasi). Udang asal Kalimantan menggunakan udang asli yang didatangkan dari habitatnya di Sungai Kapuas.

Induk matang gonad diukur panjang dan beratnya (kecuali untuk kombinasi dengan strain Kalimantan), kemudian

dipasang-pasangkan dalam akuarium berukuran 60 x 30 x 30 cm yang dilengkapi dengan sistem aerasi. Akuarium pemeliharaan induk terletak di dalam ruangan yang tidak terkena cahaya matahari secara langsung. Induk matang gonad ditandai dengan terbentuknya gonad pada bagian karapas udang betina. Setelah matang dan proses *melting* berlangsung, telur-telur kemudian berpindah ke kaki renang yang terletak di bagian abdomen tubuh. Proses peneluran diamati setiap hari. Setelah telur tampak terletak di bagian perut atau abdomen udang, maka lamanya waktu untuk mencapai penetasan diamati dan dicatat sebagai data lama inkubasi telur (LIT). Selama masa inkubasi telur, secara periodik terlihat induk udang menggerakkan kaki-kaki renangnya yang tertempel telur untuk proses aerasi. Telur-telur selalu dibersihkan dengan menggunakan kaki jalan pertama. Bersamaan dengan itu telur/embrio yang tidak sempurna atau mengalami kegagalan tumbuh diambil menggunakan kaki jalan pertama tersebut kemudian dimakan. Proses seleksi tersebut terus berlangsung sampai proses penetasan. Selama masa pemeliharaan induk udang diberi pakan berupa *Chironomus* beku pada waktu pagi dan sore.

Setelah telur-telur menetas menjadi larva udang, kedua induk udang dipindahkan ke akuarium lain, kemudian jumlah larva dihitung. Sintasan larva diamati sampai udang berumur 12 minggu atau 3 bulan. Pendataan pertumbuhan (ukuran panjang) diteruskan sampai udang berumur 6 bulan pada larva udang yang hidup. Pendataan dilakukan dengan periode 2 minggu. Larva sejak menetas sudah membutuhkan pakan. Dalam dua hari pertama larva udang diberi pakan berupa kuning telur ayam matang yang dihancurkan, dilanjutkan dengan pemberian pakan berupa nauplii *Artemia*. Pemberian pakan pellet nomer 1 dilakukan sejak udang berumur 30 hari atau 4 minggu.

Analisa hubungan kekerabatan atau jarak genetika antara strain udang regang dilakukan berdasarkan hasil analisa DNA dengan metode RAPD (*Random Analysis Polymorphic DNA*) (Magfiroh, *et al.*, 2012). Analisa hubungan kekerabatan ini digunakan untuk memperkuat hasil hibridisasi yang

dilakukan. Analisa tersebut dilakukan di Laboratorium Genetika Balai Besar Penelitian Budidaya Air Tawar-Kementrian Kelautan dan Perikanan, Sempur-Bogor. Analisa ini menggunakan 4 primer yaitu OPA 02; OPA 03; OPA 09; dan OPA 13. Pemilihan Primer yang digunakan disesuaikan dengan jenis primer yang biasa digunakan pada analisis udang *Macrobrachium* pada umumnya. Dari penggunaan 4 primer tersebut, hanya primer OPA 03 yang mampu mengamplifikasi seluruh sampel udang *M. sintangense*.

### Keberhasilan hibridisasi

Keberhasilan kawin udang regang ditandai dengan terlihatnya telur-telur udang yang menempel pada kaki-kaki renang udang betina (Said, *et al.*, 2014). Udang betina yang matang gonad tidak akan mampu menghasilkan telur tanpa berlangsungnya pembuahan dengan sperma dari induk jantan. Kemampuan udang regang berhibridisasi juga ditandai dengan fenomena yang sama yaitu munculnya telur pada kaki renang induk udang betina. Pemunculan telur tersebut

Tabel 1. Kombinasi Hibridisasi Resiprokal udang *M. sintangense*.

| Induk Jantan<br>(♂) | Induk Betina (♀) |                 |                 |                 |                 |
|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                     | (A)              | (B)             | (C)             | (D)             | (E)             |
| A                   | AA<br>(Kontrol)  | AB              | AC              | AD              | AE              |
| B                   | BA               | BB<br>(Kontrol) | BC              | BD              | BE              |
| C                   | CA               | CB              | CC<br>(Kontrol) | CD              | CE              |
| D                   | DA               | DB              | DC              | DD<br>(Kontrol) | DE              |
| E                   | EA               | EB              | EC              | ED              | EE<br>(Kontrol) |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Usia dan ukuran induk yang digunakan

Induk udang yang digunakan pada penelitian ini berumur lebih dari enam bulan. Berdasarkan hasil pengamatan Said *et al.* (2013) menunjukkan bahwa udang regang umur 6 bulan telah mampu untuk bereproduksi/ bertelur, namun belum optimal. Tidak semua pemijahan yang berlangsung diikuti oleh penetasan. Oleh sebab itu penelitian dilanjutkan dengan menggunakan calon induk berumur 6 sampai 8 bulan. Secara umum ukuran rata-rata individu jantan yang digunakan dalam kisaran panjang 3,83 - 5,4 cm dengan berat 1,12-4,21 g dan induk betina dalam kisaran panjang tubuh 2,7 - 3,93 cm dan berat 0,48-1,69 g (Tabel 2). Ukuran tersebut merupakan ukuran umum bagi udang regang dewasa. Menurut laporan Said *et al.* (2013) bahwa udang regang asal Lampung pada umumnya relatif lebih kecil terutama pada individu betina, sedangkan udang regang asal Jawa relatif lebih besar dan berpenampilan perkasa.

menunjukkan bahwa telah terjadi perkawinan antara induk jantan dan induk betina walaupun berbeda strain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak semua pasangan mampu menghasilkan telur. Dari semua udang uji terlihat bahwa semua pasangan induk kontrol/tetua (masing-masing strain asli) 100% menghasilkan telur, kecuali strain Kalimantan. Strain Kalimantan tidak mampu melakukan reproduksi walaupun sebagai pasangan kontrol (EE), demikian pula dengan kombinasi pasangan hibridisasinya. Diduga bahwa strain Kalimantan belum teradaptasi baik dengan kondisi terkontrol (laboratorium).

Hasil penelitian Saputra (2013) menunjukkan bahwa udang regang asal Kalimantan Barat menampilkan perbedaan pada perkembangan reproduksinya. Kemampuan reproduksinya baru terlihat pada usia 9 bulan dan hanya mampu menghasilkan telur tanpa diikuti oleh penetasan, walaupun telah dilakukan pemberian hormon pematangan gonad. Hal tersebut diduga karena perbedaan kondisi habitat dari berbentuk sungai dengan air yang mengalir, kemudian berpindah ke sistem air diam seperti

di akuarium atau bak dengan kondisi kualitas air yang mungkin berbeda. Menurut Trijoko *et al.* (2013) yang meneliti udang galah (*M. rosenbergii*) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi adaptasi morfologis udang yaitu struktur dasar kolam, kualitas air,

dan komposisi pakan. Udang *M. rosenbergii* akan tumbuh lebih baik jika lingkungan kolam tempat tinggalnya menyerupai habitat aslinya di sungai yang berarus dan berpasir. Keberadaan lumpur di dasar kolam dapat mengganggu perilaku udang *M. rosenbergii* ini.

Tabel 2. Ukuran induk udang *M. sintangense* uji pada kontrol dan pasangan hibridisasi.

| Kode Persilangan   | Keterangan | Panjang total (cm) | Berat (g)   |
|--------------------|------------|--------------------|-------------|
| <b>Kontrol</b>     |            |                    |             |
| (AA)               | Jantan (♂) | 4,56 ± 0,42        | 2,36 ± 0,96 |
|                    | Betina (♀) | 3,93 ± 0,46        | 1,14 ± 0,35 |
| (BB)               | Jantan (♂) | 4,78 ± 0,66        | 3,23 ± 0,92 |
|                    | Betina (♀) | 3,5 ± 0,14         | 1,57 ± 0,37 |
| (CC)               | Jantan (♂) | 4,15 ± 0,60        | 2,51 ± 0,20 |
|                    | Betina (♀) | 3,40 ± 0,10        | 0,69 ± 0,12 |
| (DD)               | Jantan (♂) | 4,14 ± 0,62        | 2,75 ± 0,35 |
|                    | Betina (♀) | 3,22 ± 0,45        | 1,69 ± 0,23 |
| (EE)               | Jantan (♂) | 4,3 ± 0,61         | 2,78 ± 0,25 |
|                    | Betina (♀) | 3,5 ± 0,14         | 1,06 ± 0,21 |
| <b>Persilangan</b> |            |                    |             |
| (AB)               | Jantan (♂) | 4,98 ± 0,21        | 3,45 ± 0,73 |
|                    | Betina (♀) | 3,73 ± 0,33        | 1,03 ± 0,23 |
| (AC)               | Jantan (♂) | 4,78 ± 0,15        | 2,53 ± 0,91 |
|                    | Betina (♀) | 3,6 ± 0,40         | 0,95 ± 0,19 |
| (AD)               | Jantan (♂) | 3,83 ± 0,08        | 1,12 ± 0,15 |
|                    | Betina (♀) | 2,98 ± 0,31        | 0,48 ± 0,12 |
| (BA)               | Jantan (♂) | 4,03 ± 0,28        | 1,63 ± 0,42 |
|                    | Betina (♀) | 3,7 ± 0,22         | 0,93 ± 0,07 |
| (BC)               | Jantan (♂) | 4,95 ± 0,21        | 3,13 ± 0,44 |
|                    | Betina (♀) | 3,18 ± 0,10        | 0,59 ± 0,07 |
| (BD)               | Jantan (♂) | 4,02 ± 0,25        | 2,13 ± 0,3  |
|                    | Betina (♀) | 2,7 ± 0,15         | 0,55 ± 0,05 |
| (CA)               | Jantan (♂) | 4,48 ± 0,38        | 2,19 ± 0,54 |
|                    | Betina (♀) | 3,75 ± 0,17        | 0,85 ± 0,16 |
| (CB)               | Jantan (♂) | 4,5 ± 0,24         | 2,17 ± 0,30 |
|                    | Betina (♀) | 3,5 ± 0,36         | 0,79 ± 0,27 |
| (CD)               | Jantan (♂) | 4,57 ± 0,06        | 1,51 ± 0,04 |
|                    | Betina (♀) | 3,7 ± 0,17         | 1,00 ± 0,12 |
| (DA)               | Jantan (♂) | 4,63 ± 0,10        | 2,63 ± 0,12 |
|                    | Betina (♀) | 3,6 ± 0,49         | 0,87 ± 0,17 |
| (DB)               | Jantan (♂) | 5,4 ± 0,24         | 4,21 ± 0,91 |
|                    | Betina (♀) | 3,55 ± 0,29        | 0,71 ± 0,26 |
| (DC)               | Jantan (♂) | 4,9 ± 0,17         | 2,10 ± 0,20 |
|                    | Betina (♀) | 3,63 ± 0,12        | 0,57 ± 0,02 |

Dari seluruh kombinasi pasangan, diperoleh 11 kombinasi yang 100% mampu menghasilkan telur dan satu kombinasi yang berhasil hanya sebanyak 50%, yaitu pasangan (CB) (Tabel 3). Keberhasilan hibridisasi selanjutnya ditandai dengan kemampuan telur-telur untuk menetas menghasilkan larva. Pada kontrol (strain asli), keberlangsungan penetasan telur antara 25-50% dengan terendah pada pasangan induk (CC). Hasil tersebut juga tidak berbeda jauh dengan hasil Graziani *et al.* (2004) yang menunjukkan bahwa *M. rosenbergii* di laboratorium hanya 32% pasangan yang mampu menghasilkan larva, demikian juga *M. carcinus* sebanyak 58% yang mampu menghasilkan larva.

Dari 11 kombinasi hibridisasi yang mampu menghasilkan telur, hanya 7 kombinasi yang telurnya mampu menetas menjadi larva yaitu dalam kisaran 25-50%, sedangkan 4 kombinasi yang lain telurnya tidak berhasil menjadi larva (Tabel 3). Sebanyak 50% pasangan (AB) dan (BA) mampu menghasilkan larva, yang sama dengan pasangan kontrol (AA) dan (BB), sedangkan pasangan kontrol (CC) hanya 25%. Pasangan hibridisasi lainnya yaitu masing-masing 25%. Telur yang dihasilkan dari pasangan (AD) tidak mampu menghasilkan larva, sedangkan pasangan sebaliknya sebanyak 33,3% mampu menghasilkan larva (Tabel 3). Hal tersebut diduga berhubungan dengan pendapat Sarojini (1984) dalam Graziani (2004), bahwa tingkah laku kawin pada decapoda sangat terkait dengan pelepasan feromone yang sangat esensial untuk atraksi seksual. Hasil serupa pernah pula ditunjukkan oleh perkawinan silang antara ikan pelangi *Melanotaenia lacustris* jantan dengan ikan *Glossolepis incisus* betina yang tidak mampu menghasilkan larva, akan tetapi pasangan sebaliknya berhasil melakukan kawin silang dan menghasilkan larva dengan SR selama 7 hari pertama (SR<sub>1-7</sub>) sebanyak 91,37% sedangkan pasangan asli (kontrol) memiliki SR<sub>1-7</sub> masing-masing 49,93% dan 70,79% (Said, *et al.*, 2000). Menurut Sandifer & Smith (1979) dalam

Graziani (2004) bahwa induk betina dari suatu spesies tidak mampu merangsang induk jantan dari spesies lain untuk melepaskan spermatofornya. Menurut Chevasus (1983) bahwa keberhasilan hibridisasi umumnya sangat bervariasi mulai dari ketidakmampuan melakukan kawin silang sampai mampu menghasilkan hibrida yang fertil.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa jumlah larva yang dihasilkan sangat bervariasi. Jumlah larva hibrida tertinggi diperoleh pada pasangan AB yaitu sebanyak 50 individu dengan lama inkubasi telur 23 hari. Jumlah larva terendah yaitu dari pasangan BC dengan 2 larva dan CB 6 larva, lama inkubasi telur masing-masing 23 dan 25 hari (Tabel 3). Jumlah larva yang dihasilkan juga merupakan salah satu parameter keberhasilan hibridisasi, karena selama masa inkubasi/pengeraman, induk udang akan selalu menyeleksi telurnya (embrio-embrio). Embrio yang tidak normal akan dilepas dari kakinya untuk dibuang atau dimakan kembali. Hasil pengamatan Said, *et al.* (2014) menunjukkan bahwa udang regang memiliki sifat mengerami telurnya dan dalam masa pengeraman tersebut, induk selalu menyeleksi kondisi telurnya menggunakan kaki jalan ke duanya. Telur yang tidak baik akan diambil kemudian dibuang atau dimakannya. Dengan demikian jumlah telur yang menetas dapat menggambarkan kondisi telur/embrio yang normal dan berhasil menjadi larva.

Nilai lama inkubasi telur (LIT) tidak berbeda antara strain asli (kontrol) maupun hibrida yaitu dalam kisaran 22-25 hari. Hasil Said, *et al.* (2014) juga menunjukkan lama periode inkubasi telur udang regang dalam kisaran yang hampir sama, demikian juga menurut Sabar (1979) bahwa lama waktu mengerami telur pada udang regang antara 23-24 hari. Dari data ini dapat diduga bahwa hibridisasi yang dilakukan tidak berpengaruh terhadap periode inkubasi telur. Hal serupa juga berlangsung pada hibrida dari persilangan antara beberapa spesies ikan pelangi (Said, *et al.*, 2000).

Tabel 3. Keberhasilan Kawin (%), Penetasan (%), Lama inkubasi telur (LIT/hari) dan Jumlah Larva (ekor) pada uji hibridisasi *M. Sintangense*.

| Kode<br>(♂ x ♀)    | Persentase<br>Keberhasilan<br>Kawin /Bertelur(%) | Persentase<br>Keberhasilan<br>Menetas(%) | LIT<br>(hari) | Rerata<br>Jumlah Larva<br>(ekor) |
|--------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| <b>Kontrol</b>     |                                                  |                                          |               |                                  |
| (AA)               | 100                                              | 50                                       | 25            | 28                               |
| (BB)               | 100                                              | 50                                       | 22 - 24       | 24                               |
| (CC)               | 100                                              | 25                                       | 24            | 33                               |
| (DD)               | 100                                              | 50                                       | 25            | 17                               |
| (EE)               | 0                                                | -                                        | -             | -                                |
| <b>Persilangan</b> |                                                  |                                          |               |                                  |
| AB                 | 100                                              | 50                                       | 23            | 50                               |
| AC                 | 100                                              | 25                                       | 24            | 36                               |
| AD                 | 100                                              | 0                                        | -             | -                                |
| AE                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| BA                 | 100                                              | 50                                       | 23 - 25       | 34                               |
| BC                 | 100                                              | 25                                       | 25            | 2                                |
| BD                 | 100                                              | 0                                        | -             | -                                |
| BE                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| CA                 | 100                                              | 25                                       | 25            | 49                               |
| CB                 | 50                                               | 25                                       | 23            | 6                                |
| CD                 | 100                                              | 0                                        | -             | -                                |
| CE                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| DA                 | 100                                              | 33.33                                    | 25            | 16                               |
| DB                 | 100                                              | 0                                        | -             | -                                |
| DC                 | 100                                              | 0                                        | -             | -                                |
| DE                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| EA                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| EB                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| EC                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |
| ED                 | 0                                                | 0                                        | -             | -                                |

#### **Ketahanan hidup dan pertumbuhan**

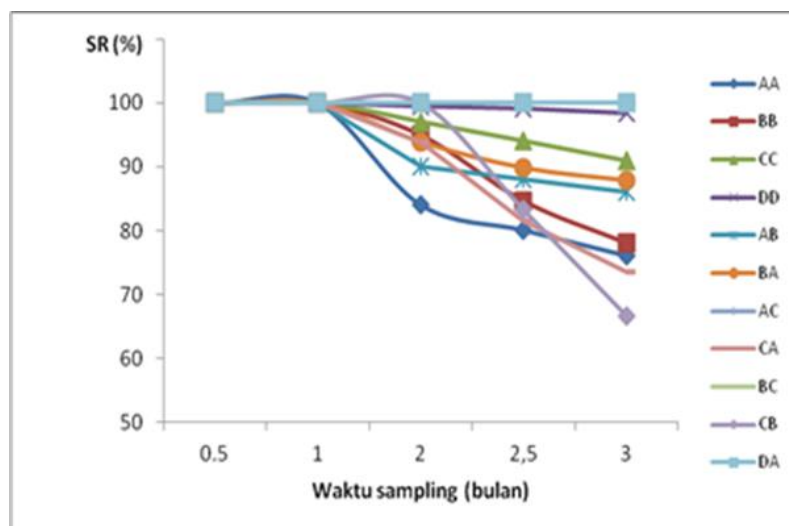
Pengamatan selanjutnya meliputi ketahanan hidup larva atau *survival rate* (SR) yang dinyatakan dalam persen. Pengamatannya dilakukan selama 3 bulan pertama dengan periode pengamatan 2 minggu. Pengamatan ketahanan hidup atau sintasan ini berlangsung pada 8 sampel saja yaitu sampel yang larvanya mampu untuk hidup lebih lanjut. Sampel strain AC tidak terdata karena selama pemeliharaan di laboratorium telah terjadi kesalahan teknis.

Hibrida AB (♂Jawa Barat x ♀ Jawa Tengah) maupun sebaliknya BA memberikan nilai sintasan yang hampir sama yaitu masing-masing 86% dan 87,8% dengan jumlah awal larva yang hampir sama yaitu 49 dan 50

individu. Sintasan kedua hibrida ini melebihi sintasan dari strain asli (pasangan kontrol) AA maupun BB yang masing-masing 76% dan 78% (Tabel 4, Gambar 1). Sintasan Hibrida CA juga cukup tinggi yaitu mencapai 73,5% namun masih di bawah sintasan strain aslinya yaitu AA dan CC yang masing-masing 76% dan 90,9%. Sintasan CA dan BC juga sangat tinggi yaitu 100% dan 83,3%. Akan tetapi tingginya sintasan kedua hibrida terakhir diduga sangat berkaitan dengan jumlah awal larva yang masing-masing hanya 2 dan 6 individu saja (Tabel 4). Berdasarkan sintasan yang dihasilkan, secara umum dapat dikatakan bahwa strain Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Lampung dapat beradaptasi baik dengan kondisi terkontrol.

Tabel 4. Jumlah larva awal dan Sintasan (SR) *M sintangense* strain asli dan hibrida.

| Kode<br>(♂ x ♀) | $\Sigma$<br>Larva<br>Awal | SR (%) larva pada umur (bulan) |     |       |       |       |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------|-----|-------|-------|-------|
|                 |                           | 0,5                            | 1   | 2     | 2,5   | 3     |
| AA              | 25                        | 100                            | 100 | 84    | 80    | 76    |
| BB              | 50                        | 100                            | 100 | 95    | 84,6  | 78    |
| CC              | 33                        | 100                            | 100 | 97    | 94    | 90,9  |
| DD              | 17                        | 100                            | 100 | 99,46 | 99,19 | 98,38 |
| AB              | 50                        | 100                            | 100 | 90    | 88    | 86    |
| BA              | 49                        | 100                            | 100 | 93,9  | 89,8  | 87,8  |
| AC              | 36                        | t.a                            |     |       |       |       |
| CA              | 50                        | 100                            | 100 | 93,9  | 81,6  | 73,5  |
| BC              | 2                         | 100                            | 100 | 100   | 100   | 100   |
| CB              | 6                         | 100                            | 100 | 100   | 83,3  | 66,7  |
| DA              | 16                        | 100                            | 100 | 100   | 100   | 100   |



Gambar 1. Sintasan *M sintangense* strain asli dan hibrida.

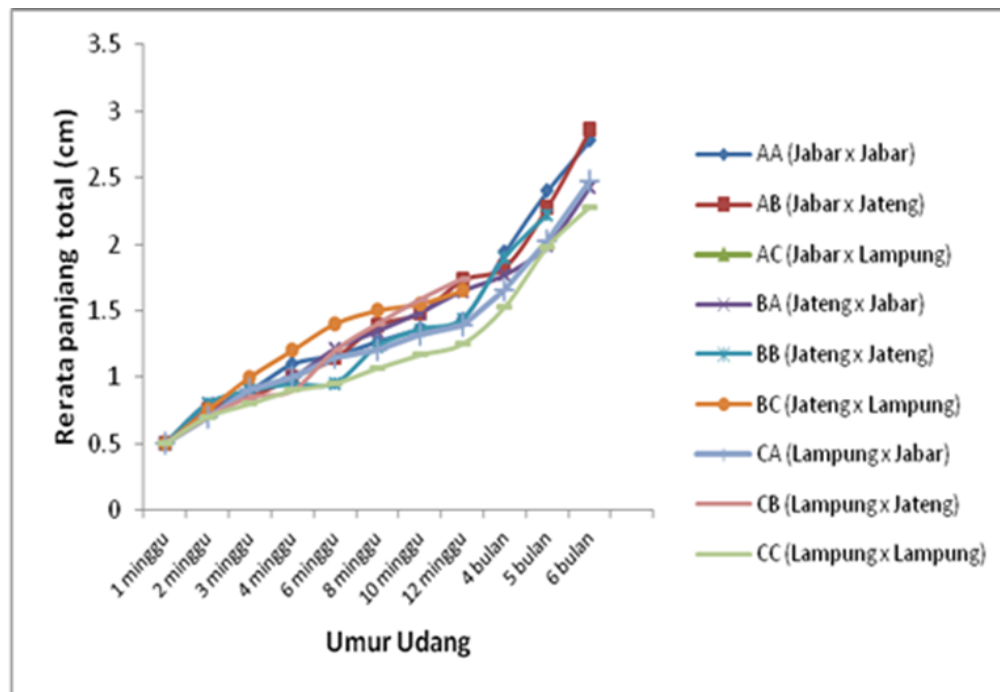
Pertumbuhan larva baik kontrol (strain asli) maupun hibrida disajikan untuk tiap kombinasi. Pertumbuhan yang disajikan hanya berdasarkan larva yang mampu hidup yaitu dari kombinasi persilangan antara Jawa Barat (A), Jawa Tengah (B) dan Lampung (C). Pengamatan pertumbuhan ini dilihat pada ukuran panjang larva yang dicapai pada periode tertentu (2 minggu).

Dari Gambar 2 dan Tabel 5 terlihat bahwa ukuran panjang udang hibrida AB pada umur 6 bulan menunjukkan ukuran tertinggi dibanding lainnya yaitu mencapai  $2,86 \pm 0,63$  (1,9-3,9) cm. Ukuran ini melebihi ukuran yang dicapai oleh strain asli (kontrol) pada umur yang sama. Sedangkan hibrida BA memiliki ukuran yang lebih kecil daripada ukuran kedua tetuanya. Begitu pula halnya

dengan hibrida CA yang ukurannya berada antara ukuran kedua tetuanya A dan C. Ukuran hibrida yang dihasilkan umumnya lebih tinggi, lebih rendah, atau berada pada kondisi antara (intermediet) antara kedua tetuanya. Hal serupa juga terlihat pada hibrida ikan. Pertumbuhan dan sintasan dari beberapa hibrida *rainbow trout* (Ayles, *et al.*, 1983), Salmonid (Refstie, 1983) dan ikan kerapu (<http://www.djpb.kkp.go.id/berita.php?id=936>) adalah lebih tinggi daripada tetuanya (strain asli). Berbeda dengan hibrida ikan pelangi (Said, *et al.*, 2000) yang memiliki sintasan dan pertumbuhan yang lebih tinggi, intermediet, atau lebih rendah daripada tetuanya (strain asli). Hasil penelitian pada hibridisasi interstrain udang windu menunjukkan bahwa potensi reproduksi

untuk aspek fekunditas, diameter telur, laju pembuahan, dan laju penetasan tidak berbeda antara strain asli dengan hibridanya, namun kualitas larva hibrida relatif lebih bagus dibandingkan dengan larva strain asli (Dahlia & Hasniar, 2013). Demikian pula halnya

yang telah terdeteksi pada hibridisasi udang *M. rosenbergii* bahwa pasangan tetua/parental tertentu dapat menghasilkan hibrida dengan keunggulan-keunggulan tertentu (Ali, 2011 Puslit Limnologi-LIPI, *kom pribadi*, Januari 2015).



Gambar 2. Rerata Panjang Total Larva Udang Sintang pada Uji Hibridisasi.

Tabel 5. Rerata Panjang Total Hibrida (Hasil Persilangan) Semua Kombinasi.

| Kode<br>Persil<br>angan | Rerata panjang total hibrida (cm) pada umur minggu ke- |          |          |     |                                 |                                 |                                 |                                 |                              |                              |                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|----------|----------|-----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                         | 1                                                      | 2        | 3        | 4   | 6                               | 8                               | 10                              | 12                              | 4 bulan                      | 5 bulan                      | 6 bulan                      |
| AA                      | 0,5                                                    | 0,7<br>5 | 0,9      | 1,1 | 1,165 ±<br>0,079 (1,1<br>- 1,4) | 1,268 ±<br>0,143 (1,1<br>- 1,7) | 1,362 ±<br>0,143 (1,2<br>- 1,7) | 1,435 ±<br>0,203 (1,2<br>- 1,8) | 1,94±0,35<br>(1,5-2,5)       | 2,40±0,53<br>(1,5-3,7)       | 2,78±0,71<br>(1,6-4,5)       |
| AB                      | 0,5                                                    | 0,7<br>5 | 0,8<br>5 | 1   | 1,145 ±<br>0,094 (1,0<br>- 1,4) | 1,39 ±<br>0,129 (1,2<br>- 1,8)  | 1,48 ±<br>0,147 (1,3<br>- 2,0)  | 1,73 ±<br>0,228 (1,4<br>- 2,3)  | 1,83±0,42<br>(1,5-3,2)       | 2,28±0,64<br>(1,6-3,5)       | 2,86±0,63<br>(1,9-3,9)       |
| AC                      | 0,5                                                    | t.a      | t.a      | t.a | t.a                             | t.a                             | t.a                             | t.a                             | t.a                          | t.a                          | t.a                          |
| BA                      | 0,5                                                    | 0,8      | 0,9      | 1   | 1,21 ±<br>0,106 (1,0<br>- 1,5)  | 1,348 ±<br>0,104 (1,2<br>- 1,7) | 1,487 ±<br>0,171 (1,3<br>- 2,1) | 1,648 ±<br>0,245 (1,3<br>- 2,4) | 1,77±0,43<br>(1,2-3,2)       | 1,99±0,72<br>(1,4-4,3)       | 2,43±0,86<br>(1,7-5,1)       |
| BB                      | 0,5                                                    | 0,8      | 0,9      | 1   | 1,11±0,02<br>(1,1 -1,14)        | 1,24±0,06<br>(1,2-1,3)          | 1,49±0,07<br>(1,42-<br>1,56)    | 1,56±0,03<br>(1,53-<br>1,59)    | 1,90±0,09<br>(1,84-<br>2,01) | 2,22±0,14<br>(2,09-<br>2,37) | 2,52±0,34<br>(2,39-<br>2,69) |
| BC                      | 0,5                                                    | 0,7<br>5 | 1        | 1,2 | 1,4 ±<br>0,141 (1,3<br>- 1,5)   | 1,5 ±<br>0,283 (1,3<br>- 1,7)   | 1,55 ±<br>0,353 (1,3<br>- 1,8)  | 1,65 ±<br>0,495 (1,3<br>- 2,0)  | habis                        |                              |                              |
| CA                      | 0,5                                                    | 0,7      | 0,9      | 1   | 1,148 ±<br>0,051 (1,1<br>- 1,2) | 1,208 ±<br>0,041 (1,1<br>- 1,3) | 1,317 ±<br>0,082 (1,2<br>- 1,5) | 1,392 ±<br>0,108 (1,2<br>- 1,6) | 1,66±0,58<br>(1,2-3,0)       | 2,02±0,64<br>(1,4-3,5)       | 2,47±0,73<br>(1,9-4,6)       |
| CB                      | 0,5                                                    | 0,7      | 0,8<br>5 | 0,9 | 1,2                             | 1,4 ±<br>0,126 (1,2<br>- 1,6)   | 1,583 ±<br>0,117 (1,4<br>- 1,7) | 1,74 ±<br>0,167 (1,5<br>- 1,9)  | habis                        |                              |                              |
| CC                      | 0,5                                                    | 0,7      | 0,8      | 0,9 | 0,954 ±<br>0,066 (0,9<br>- 1,1) | 1,067 ±<br>0,092 (1,0<br>- 1,3) | 1,167 ±<br>0,096 (1,0<br>- 1,4) | 1,25 ±<br>0,093 (1,1<br>- 1,5)  | 1,53±0,2<br>(1,3-2,0)        | 1,98±0,4<br>(1,4-2,8)        | 2,28±0,46<br>(1,5-3,2)       |

Perbedaan keberhasilan tersebut diduga karena beberapa hal antara lain faktor lingkungan dalam hal perbedaan habitat asal, ukuran tubuh, daya adaptasi pada kondisi terkontrol, dan juga secara genetik yaitu jarak genetik antarstrain. Tampak di sini bahwa udang yang berbeda bentuk habitat asal, beda ukuran, walaupun memiliki jarak genetik relatif dekat namun memberikan hasil yang kurang baik seperti halnya strain Lampung terhadap Jawa Tengah dengan jarak genetik sejauh 0,4830 (Tabel 6). Strain Lampung memiliki habitat asal berupa sungai, dan tubuh berukuran relatif kecil terutama pada individu betina. Sedangkan strain Jawa Tengah berasal dari habitat berupa air tergenang (waduk), berukuran relatif besar. Begitu pula dengan udang regang yang memiliki habitat serupa namun memiliki jarak genetik jauh, juga memberikan gambaran kemampuan hibridisasi yang rendah. Contohnya pada strain Jawa Timur dengan Lampung yang memiliki jarak genetik 0,5199 (Tabel 6). Habitat kedua strain tersebut berupa air mengalir (sungai). Faktor lain yang berpengaruh adalah morfologi, seperti ukuran jantan yang relatif kecil juga berpengaruh terhadap betina yang berukuran besar. Diduga bahwa jumlah sperma induk jantan yang berukuran kecil tidak mampu membuahi seluruh gonad udang betina yang berukuran relatif besar. Fenomena serupa terlihat pada persilangan ikan pelangi Irian dimana induk jantan *Melanotaenia praecox* yang berukuran kecil tidak mampu membuahi seluruh telur ikan *Glossolepis incisus* yang berukuran relatif besar, namun hal tersebut tidak berlaku pada pasangan sebaliknya (Said, *et al.*, 2000).

Rendahnya persentase tersebut, diduga pula karena minimnya contoh uji yang dilakukan yaitu hanya 10 ulangan dan yang dianalisis lebih lanjut hanya 4 ulangan. Namun penelitian yang dilakukan ini setara dengan penelitian Ali (2007) pada hibridisasi antara strain udang *M. rosenbergii* yang menggunakan masing-masing 9 pasang induk. Hal lain yang diduga mempengaruhi hasil yang diperoleh adalah bahwa udang-udang belum teradaptasi baik pada kondisi laboratorium (terkontrol) walaupun udang uji merupakan hasil tetasan Laboratorium Akuatik Pusat Penelitian Limnologi dan tumbuh dalam kondisi terkontrol pula. Namun yang terlihat istimewa pada penelitian ini adalah bahwa pasangan strain Lampung (C) dan Jawa Barat (A) mampu menghasilkan larva dalam jumlah yang relatif banyak, walaupun persentase keberhasilan hibridisasi rendah (Tabel 3). Kedua strain memiliki jarak genetik yang cukup dekat yaitu sejauh 0,4082. Bila dilihat antara strain Jawa Barat (A) dengan strain Jawa Tengah (B) menunjukkan kemampuan hibridisasi yang paling tinggi, kedua strain tersebut memiliki ukuran yang relatif sama, habitat yang relatif sama yaitu sama-sama mendiami air tergenang yaitu kolam dan waduk, serta memiliki jarak genetik terdekat yaitu hanya 0,3651 (Tabel 6). Strain Kalimantan tidak berhasil berhibridisasi dengan strain lainnya. Bila dipandang dari jarak genetik maka strain Kalimantan adalah yang memiliki jarak genetik terjauh dari strain lainnya yaitu antara 0,5164 - 0,6325 (Tabel 6).

Jarak genetik antara populasi atau antara jenis berpengaruh terhadap kemampuan hibridisasi. Makin dekat jarak genetik, makin mudah dua populasi atau jenis untuk

Tabel 6. Jarak genetik beberapa strain *M.sintangense* (MS).

| Populasi/Strain | MS KRB-Jabar | MS Malahayu - Jateng | MS Lampung | Ma Jatim | MS Kalimantan |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|---------------|
| MS KRB          | *****        |                      |            |          |               |
| MS Malahayu     | 0,3651       | *****                |            |          |               |
| MS Lampung      | 0,4082       | 0,4830               | *****      |          |               |
| Ms Jatim        | 0,4650       | 0,4650               | 0,5199     | *****    |               |
| MS Kalimantan   | 0,6325       | 0,5164               | 0,6055     | 0,5927   | *****         |

berhibridisasi. Sebaliknya makin jauh hubungan kekerabatan, hibridisasi makin sulit berlangsung (Chevasus, 1983; Said & Hidayat, 2004). Lebih lanjut Chevasus (1983) menyatakan bahwa hasil hibridisasi sangat bervariasi, mulai dari ketidak mampuan untuk berhibridisasi sampai menghasilkan hibrida yang fertil.

Dari seluruh kombinasi penyilangan yang dilakukan, dapat dilihat pada butir keberhasilan penetasan, lama inkubasi telur (LIT), jumlah larva awal, sintasan dalam 3 bulan dan ukuran hibrida yang dicapai. Hibrida AB adalah yang terbaik dalam 4 kategori yaitu pada keberhasilan penetasan sebanyak 50% sama dengan BA, LIT terpendek yaitu selama 23 hari, Jumlah larva awal 50 ekor, dan ukuran akhir yang tertinggi, sedangkan SR 3 bulan dalam urutan ke dua yaitu sebesar 86,0% setelah BA pada angka 87,8% (Tabel 4). Hasil penelitian Ali (2007) pada hibridisasi udang galah (*M. rosenbergii*) terlihat bahwa dari 5 parameter uji yang dianalisis, hibrida Jenebe VS Tarik dianggap paling baik karena memiliki keunggulan pada 3 parameter yaitu masa stadia larva, sintasan, dan jumlah PL (*post larva*) yang dihasilkan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa strain udang regang mampu melakukan kawin silang. Strain Kalimantan Barat tidak mampu bereproduksi dan tidak mampu berhibridisasi. Strain Kalimantan memiliki jarak genetik terjauh dengan strain udang regang lainnya. Hibrida udang regang terbaik diperoleh dari kombinasi pasangan strain Jawa Barat dengan Jawa Tengah. Kedua strain ini memiliki ukuran yang hampir sama, habitat serupa berupa air tergenang, dan jarak genetik relatif dekat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara atas dana Kegiatan Kompetitif LIPI SubProgram Eksplorasi dan Pemanfaatan Terukur Sumber Daya Hayati Indonesia yang berada di DIPa Pusat Penelitian Biologi LIPI Tahun 2012-2014. Terima kasih juga disampaikan pada seluruh anggota tim yang terlibat dalam penelitian secara keseluruhan dan Sdr Sahroni

yang telah sangat membantu pada pelaksanaan uji hibridisasi udang di laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F. 2007. Evaluasi Genetik dan Domestikasi sebagai Upaya Program Breeding untuk Pengembangan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Indonesia. Laporan Akhir Tahunan Program Penelitian dan Pengembangan IPTEK (Riset Kompetitif) Tahun Anggaran 2007. Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Bogor 35 halaman.
- Ayles, G.B & R.F. Baker. 1983. Genetic Differencis and Survival between strain and Hybrid of Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Stocked in Aquaculture Lakes an the Canadian Prairies. *Aquaculture*, 33: 269-280
- Chevasus, B. 1983. Hybridization in Fish. *Aquaculture*, 33: 245-262.
- Dahlia dan Hasniar. 2013. Potensi Reproduksi dan Produksi Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) Hasil Hibridisasi Induk Asal Perairan Siwa dan Takalar Sulawesi Selatan. *Agrokompleks* Vol 12, (1): (2013) <http://202.162.221.219:8080/ojs/index.php/AGROKOMPLEKS/article/view/22> (30 Des 2014)
- Fu, Hongtuo., Yongsheng Gong, Yan Wu, Pao Xu, and Chingjiang Wu. 2004. Artificial interspecific hybridization between *Macrobrachium* species. *Aquaculture* 232 (2004):215–223.
- Graziani, C.,C. Moreno, E. Villarroel, T. Orta, C. Lodeiros and Marcos De Donato. 2003. Hybridization Between the Freshwater Prawns *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) and *M. Carcinus* (L.). *Aquaculture* (217): 81-91.
- Hairunnisa, Ita. 2013. Pengaruh Hibridisasi Interspesifik Ikan *Synodontis* (*Synodontis* sp) terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih. *Sripsi* Universitas Padjadjaran, Fak.

- Perikanan dan Ilmu Kelautan. Prog. Studi Perikanan. Jatinangor. 74 hal. <http://pustaka.unpad.ac.id/archives/130547/> (30 Des 2014)
- Hadie, W. I.I. Kusmini, dan L.E. Hadie. 2006. Trade-Offs dan Cost of Plasticity Sifat Pertumbuhan dan Reproduksi pada Persilangan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dalam Salinitas Berbeda. *Jurnal Riset Aquacultur* Vol. 1 (1): 13-19.
- Holthuis, L.B. 1950. The Decapoda of The Siboga Expedition Part X. The Palaemonidae Collected by the Siboga and Snellius Expedition with remarks on other species I. Subfamily Palaemonidae. E.J.Brill. Leiden. Holland.134 p.
- Imron, I. Khasani, dan N. Listyowati. 2010. Peningkatan Produktivitas Budidaya Udang Galah Melalui Pendekatan Genetis, Lingkungan, dan Pakan. *Laporan Akhir*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. 33 hal. [http://km.ristek.go.id/assets/files/303.pdf\(30](http://km.ristek.go.id/assets/files/303.pdf(30) Des 2014)
- KKP, 2012. *KUSTANG* : Hibridisasi Kerapu Tikus Betina dan Ikan Kerapu Kertang Jantan. Ditulis 07 June 2012 10:06 <http://bbapsitubondo.com/index.php?limitstart=40> (diunduh 30 Des 2014)
- KKP., 2013. Hibridisasi untuk Tingkatkan Produksi Kerapu Ditulis pada: 2013-12-12<http://www.djpb.kkp.go.id/berita.php?id=936> (30 Des 2014)
- Maghfiroh, M., F.A. Gumilar, & D.S.Said. 2012. The Profile of Freshwater Prawn Population *Macrobrachium sintangense*, in Malahayu Reservoir, Brebes, Central Java. *Prosiding International Seminar of Inland Water*. Balai Riset Perairan Umum, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Novotel Hotel - Palembang, 8 November 2012 : 121-127
- Refstie, T. 1983. Hybrids between Salmonid Species, Growth Rate and Survival in Seawater. *Aquaculture*, 33: 281-185
- Sabar, F. 1979. Kehidupan Udang Regang, *Macrobrachium sintangense* (De Man). *Berita Biologi* Vol. 2 (3) Januari 1979: 45-49
- Said, D.S., O. Charman, dan Abinawanto. 2000. Intergenous Hybridization of Irian's Rainbowfish, Melanotaeniidae Family. *The Proceeding of The JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area*, 10:280-285
- Said, D.S dan Hidayat. 2004. Kekerabatan Beberapa Spesies Ikan Pelangi Irian (Famili Melanotaeniidae) Berdasarkan Karyotipe. *Prosiding Seminar Nasional Ikhtologi 3*. Masyarakat Ikhtologi Indonesia, Darmaga-Bogor, 7 September 2004.
- Said, D.S., M. Maghfiroh, D. Wowor, dan Triyanto. 2012. Kondisi Populasi, Kondisi Ekologis, dan Potensi Udang *Macrobrachium sintangense*. Studi Kasus Wilayah Bogor-Jawa Barat dan Brebes-Jawa Tengah. *Makalah Seminar Nasional Limnologi 6*. Botanical Convention Center, Bogor 16 Juli 2012.
- Said et al. 2013**
- Said, D.S., N. Mayasari, D. Wowor, Sahroni, Triyanto, Lukman, F. Ali, M. Maghfiroh, dan I. Akhdiana. 2014. *Udang Regang; Potensi dan Pengembangan*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia-Pusat Penelitian Limnologi, Cibinong xv+101 hal.
- Saputra, A.Y. 2013. Pengaruh Pemberian Hormon PMSG terhadap Pematangan Gonad Udang regang *Macrobrachium sintangense* Asal Kalimantan Barat. *Laporan Kerja Praktek*. Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam UIN Syarif Hidayatullah-Puslit Limnologi-LIPI 2013.
- Tave, D. 1986. *Genetics for Fish Hatchery Managers*. AVI Publishing, Inc. Westport, 299 pp
- Trijoko et al., 2013**
- Wowor, D., Lukman, N. Mayasari, I. Akhdiana. 2014. *LAPORAN PERJALANAN MAJENANG*

Zulfikar & A A I. Ratnadewi. 2006. Isolasi dan Karakterisasi Fisikokimia-Fungsional Kitosan Udang Air Tawar (*Macrobrachium sintangense* de Man).

*Jurnal Teknologi Proses*. Vol. 5 (2) Juli: 129-137.

[http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=9636](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=9636) (diunduh Oktober 2014)