

Perkawinan Resiprokal Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) untuk Mendapatkan Generasi Terbaik pada Seleksi Famili

Reciprocal Crossbreeding of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to Obtain the Best Generation in Family Selection

Joko Sumarwan^{1)*}, Kasful Anwar¹⁾, Fatia Fatimah¹⁾

¹Program Studi Magister Manajemen Perikanan Universitas Terbuka, Indonesia

Email : jokosumarwan90@gmail.com

(Diterima: 17 April 2025; Diterima setelah perbaikan: 27 Juni 2025; Disetujui: 1 Juli 2025)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan 11 famili calon induk yang terbaik berdasar sintasan PL10. Tiga sumber Daya Genetik/SDG (Aa,Bb,Cc) yang masing-masing 120 pasang dikawinkan resiprokal. Sebagai kontrol dikawinkan SDG Kk yang terdiri 15 pasang. Perkawinan dilakukan di 8 bak @10 m². Pemijahan dilakukan di 40 bak @220 liter. Pakan induk berupa cacing laut dan tiram. Pemeliharaan larva dilakukan pada 50 bak @600 liter dengan kepadatan 100 ekor/liter. Pakan larva berupa fitoplankton, pakan buatan dan nauplius artemia. Pemijahan selama 3 hari menghasilkan induk matang gonad 72 ekor (7,6%/hari), induk kawin 34 ekor (47,2%), induk mijah 32 ekor (94,1%), rerata fekunditas 157.063±36.565 butir/induk, produksi naupli 106.414±41.399 ekor/induk dengan daya tetas 69,4±21,7%. Dari 32 pemijahan yang mampu menetas 29 famili, nauplius yang layak ditebar terdiri 27 famili dan menghasilkan 22 famili PL10 dengan rerata sintasan 60,2±20,3%. Dari 22 famili diambil 11 famili keturunan induk hasil seleksi dengan sintasan terbaik dan 1 famili kontrol yaitu Ca1;Cc1;Ca3;Aa2;Bc2;Cb2;Bb3;Cc4;Ab2;Ab3;Cc2 dan Kk2 dengan sintasan masing-masing famili 89%;86%;79%;77%;76%;75%;71%;70%;70%;68% dan 63%.

Kata kunci: pemuliaan, resiprokal, seleksi famili, vaname

ABSTRACT

This research aims to obtain 11 families of potential parents based on the survival of PL10. Three sources of Genetic Resources/GR (Aa,Bb,Cc), each consisting of 120 pairs, are reciprocally crossed. As a control, GR Kk, which consists of 15 pairs, was mated. The breeding is carried out in 8 tanks @10 m². Spawning is carried out in 40 tanks @220 liters. The broodstock feed consists of sea worms and oysters. Larval maintenance is carried out in 50 tanks @600 liters with a density of 100 individuals/liter. The larval feed consists of phytoplankton, artificial feed, and artemia naupliis. Spawning over 3 days resulted in 72 mature parents (7.6%/day), 34 mating parents (47.2%), 32 spawning parents (94.1%), an average fecundity of 157,063±36,565 eggs/parent, nauplius production of 106,414±41,399 naupliis/parent with a hatching rate of 69.4±21.7%. From the 32 spawns that were able to hatch, 29 families were produced, 27 families of nauplii were suitable for release, and 22 families of PL10 were produced with an average survival rate of 60.2±20.3%. From the 22 families, 11 families were selected as the best survival rate and 1 control family, namely Ca1;Cc1;Ca3;Aa2;Bc2;Cb2;Bb3;Cc4;Ab2;Ab3;Cc2 and Kk2, with survival rates of 89%;86%;79%;77%;76%;75%;71%;70%;70%;68% and 63%, respectively.

Keywords: breeding, family selection, reciprocal, vannamei

PENDAHULUAN

Didorong oleh pertumbuhan penduduk dunia dan kesadaran yang semakin tinggi terhadap manfaat nutrisi yang diberikan oleh ikan, permintaan global terhadap makanan laut mengalami peningkatan yang signifikan (Golden *et al.*, 2021). Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat, baik di tingkat nasional maupun internasional (FAO, 2022). Sebagai spesies udang yang paling banyak dibudidayakan di dunia, udang vaname telah menjadi tulang punggung industri akuakultur, termasuk di Indonesia, yang merupakan salah satu produsen udang terbesar di dunia (Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 2023). Serangan penyakit, penurunan kualitas lingkungan dan kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas menjadi tantangan tersendiri bagi budidaya perikanan (Naylor *et al.*, 2023). Hal ini mendorong perlunya upaya perbaikan genetik melalui program seleksi dan pemuliaan yang terstruktur (Gjedrem *et al.*, 2012). *Selective breeding* pernah dilakukan untuk mendapatkan strain famili yang kebal terhadap *Taura Syndrome Virus/TSV* (Argue *et al.*, 2002), *White Spot Syndrome Virus/WSSV* (Huang *et al.*, 2012) dan untuk mendapatkan famili dengan morfologi yang lebih tinggi secara nilai ekonomi (Shin & Magali, 2023). Diharapkan metode ini juga dapat memberikan strain famili yang memiliki pertumbuhan cepat, tahan terhadap penyakit, dan adaptasi yang baik terhadap lingkungan budidaya. Peningkatan kualitas reproduksi induk udang vaname dalam akuakultur sangat penting untuk merencanakan program perbaikan genetik jangka panjang (Ren *et al.*, 2020).

Seleksi famili merupakan salah satu pendekatan dalam pemuliaan udang vaname yang bertujuan untuk menghasilkan famili-famili unggul dengan karakteristik pertumbuhan cepat, tahan terhadap penyakit, dan adaptasi yang baik terhadap lingkungan budidaya (Argue *et al.*, 2002). Dalam konteks ini, perkawinan resiprokal antar induk udang vaname menjadi langkah penting untuk menciptakan variasi genetik yang diperlukan dalam seleksi famili. Perkawinan resiprokal adalah pola perkawinan silang atau perkawinan balik (Hadie *et al.*, 2010) artinya perkawinan saling ketemu antar kelompok dan antar kelamin dari induk yang dikawinkan. Perkawinan resiprokal memungkinkan kombinasi genetik yang lebih beragam, sehingga meningkatkan peluang ditemukannya famili-famili dengan performa terbaik (Pérez-Rostro *et al.*, 2004).

Tahap pertama dalam program seleksi famili adalah melakukan perkawinan resiprokal antar induk udang vaname yang telah diseleksi berdasarkan karakteristik unggul, seperti pertumbuhan, ketahanan terhadap penyakit, dan fekunditas (Cock *et al.*, 2009). Tujuannya adalah untuk menghasilkan famili-famili baru yang akan dievaluasi lebih lanjut berdasarkan parameter pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan ketahanan terhadap penyakit/lingkungan. Famili udang vaname stadia PL10 merupakan target dalam program ini, dengan harapan dapat menghasilkan famili terbaik yang dapat digunakan sebagai induk untuk generasi berikutnya (Zhang *et al.*, 2017).

Penelitian ini dilakukan sebagai langkah awal dalam program seleksi famili udang vaname, melalui perkawinan resiprokal untuk menghasilkan 11 famili PL10 terbaik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan industri budidaya udang vaname, khususnya dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas udang melalui pendekatan pemuliaan yang berbasis ilmu pengetahuan (Goyard *et al.*, 2008).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan tahap awal dari serangkaian pemuliaan udang vaname dengan metode seleksi famili untuk mendapatkan calon induk yang lebih unggul dari sisi pertumbuhan maupun daya tahannya. Penelitian ini dilakukan di instalasi Balai Produksi

Induk Udang Unggul dan Kekerangan (BPIU2K) Karangasem Bali selama sekitar 3 bulan pada Juli-September 2020 yang terdiri beberapa sub tahapan kegiatan yaitu persiapan sarana, seleksi induk, adaptasi induk, pematangan gonad, perkawinan, pemijahan, penetasan, pemeliharaan larva hingga PL10 dan evaluasi famili.

Sarana Penelitian

Sarana yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain 8 buah bak perkawinan induk berupa bak permanen berbentuk bulat luas 10 m² yang diisi air setinggi 60-70 cm dengan aerasi 15 titik aerasi, 40 buah bak pemijahan dan penetasan berupa bak fiberglass kapasitas 220 liter yang diisi 200 liter dengan 1 titik aerasi, 50 buah bak pemeliharaan larva berupa fiberglass kapasitas 600 liter yang diisi air laut 500 liter dengan 2 titik aerasi. Untuk kegiatan di lapangan diperlukan peratan lapangan serta alat dan bahan untuk pengukuran kualitas air. Salinitas air diukur dengan refraktometer air laut (0-100 g/L), suhu air diukur dengan termometer alkohol (0-50°C), pH air diukur dengan pH-meter Hanna (0-14), Oksigen terlarut diukur dengan DO-meter YSI-500A (0-20 mg/L) dan ammonia diukur dengan metode spektrofotometri. Pakan induk berupa pakan segar yang terdiri cacing laut (*Nereis* sp.) dan daging tiram laut (*Crassostrea* sp.). Menurut Hadiyanto (2013), cacing laut dapat digunakan sebagai pakan alami untuk udang vaname. Untuk memudahkan indentifikasi induk digunakan kode warna *tagging* yang berbeda dengan bahan VIE (*Visible Implant Elastomer*). Media pemeliharaan induk dan larva berupa air laut yang telah melalui filterisasi dan sterilisasi dengan Ultra Violet bersalinitas 31-33 g/L. Ultraviolet adalah sarana filterisasi dan sterilisasi yang baik (Kasai, 2002). Sebagai hewan uji digunakan 375 pasang induk yang terdiri 3 SDG induk hasil seleksi sebelumnya (120 pasang/SDG), dan 1 SDG induk non seleksi/kontrol (15 pasang). Rerata ukuran induk mencapai berat 61,8±7,7 g, panjang 18,7±0,7 cm untuk betina dan ukuran rerata berat 48,8±5,2 g, panjang 17,2±0,7 cm untuk jantan.

Adaptasi Induk

Induk yang digunakan dalam penelitian ini telah ditandai dengan warna (*tagging*) berdasar kode famili sejak masuk ke bak produksi nauplius yang ditempatkan di bak relatif besar (35 m²). Setelah sebulan sejak ablasi mata, baru dilakukan penelitian ini. Induk diseleksi dan dipisahkan berdasar warna *tagging* kemudian ditempatkan di bak maturasi baru yang berukuran lebih kecil (10 m²) dengan tetap dipisahkan berdasar jenis kelaminnya. Induk vaname hasil seleksi berikutnya memasuki tahap adaptasi. Setelah 10 hari sejak induk dipindahkan, induk telah adaptif dan telah banyak yang matang gonad, yaitu induk ini memiliki ciri-ciri bagian *dorsal* yang berwarna orange tua hingga kemerahan. Perkawinan dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan metode pemuliaan yang telah direncanakan. Induk dikatakan telah adaptif diantaranya ditandai dengan kondisi induk yang sudah tidak stres, sudah mau makan dengan baik, tidak ada kematian harian yang relatif besar, dan kondisi perkembangan gonad normal (Wardana *et al.*, 2021). Induk udang vaname betina dengan berat lebih dari 20 gram pada usia 8,5 bulan mengembangkan ovarium yang buram, dan memiliki diameter *oosit* rata-rata 48 µm (Ceballos-Vázquez *et al.*, 2003). Selama tahap ini dan tahap berikutnya induk diberi pakan segar 5 kali/hari, 3 kali berupa cacing dan 2 kali berupa tiram secara selang seling dengan total pemberian sekitar 40% biomasa/hari. Untuk menjaga kondisi kualitas air media induk, dilakukan pembersihan dasar bak dan penggantian air sebanyak sekitar 80% setiap pagi hari. Suasana ruang induk dikondisikan kedap cahaya, tenang dan sejuk (suhu ±28°C).

Perkawinan Induk

Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 7 (1), 2025, 1 - 14Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Perkawinan dilakukan dengan memindahkan induk betina matang gonad ke bak induk jantan dengan mengikuti pola perkawinan pada Tabel 1. Selama proses perkawinan, induk jantan secara perlahan akan berenang mendekati induk betina dan berada di sampingnya. Hal ini terjadi karena induk betina yang telah matang telur mengeluarkan *feromon* yang menarik perhatian induk jantan. Setelah mendekat, udang jantan akan merangkak dengan posisi kepala di bawah ekor betina. Kemudian, udang jantan akan membalikkan tubuhnya ke arah *ventral* betina dan mengeluarkan sperma dari organ plasma, yang kemudian ditempelkan tepat pada *thelycum* udang betina. Proses ini berlangsung singkat, yaitu sekitar 2-6 detik. Setelah itu, induk jantan akan melepaskan diri dari induk betina (Afrianto & Muqsith, 2014). Perkawinan induk vaname pada penelitian ini dilakukan pada siang hingga malam hari, sehingga diperlukan modifikasi ruang menjadi gelap walaupun disiang hari, seakan saat itu malam hari, karena perkawinan induk udang secara alami terjadi pada malam hari (Kannan *et al.*, 2015). Setelah tahap maturasi selesai dilakukan perkawinan 3 SDG famili induk hasil seleksi sebelumnya secara resiprokal dan 1 SDG induk non seleksi / kontrol selama 3 hari pada sore hingga malam hari dengan pola perkawinan sebagai berikut:

Tabel 1. Pola perkawinan induk vaname

Kelamin	Famili	Jantan			
		a	b	c	k
Betina	A	Aa	Ab	Ac	-
	B	Ba	Bb	Bc	-
	C	Ca	Cb	Cc	-
	K	-	-	-	Kk

Keterangan: A, B, C dan K merupakan kode SDG induk betina dan a, b, c dan k merupakan kode SDG induk jantan

Hari pertama perkawinan mengikuti pola (Aa, Bb, Cc dan Kk), hari kedua perkawinan mengikuti pola (Ab, Bc, Ca dan Kk) dan hari ketiga perkawinan mengikuti pola (Ac, Ba, Cb dan Kk), sehingga ada 9 pola perkawinan dari SDG terseleksi dan 1 pola perkawinan SDG kontrol. Untuk SDG Aa, Bb, Cc dilakukan perkawinan dengan pola resiprokal (saling ketemu) sedangkan yang SDG induk Kk hanya dilakukan perkawinan sesama Kk saja sebagai kontrol. Pengangkatan induk betina matang gonad ke bak induk jantan dilakukan pada siang hari untuk dikawinkan dengan mengikuti pola perkawinan yang sudah direncanakan.

Pemijahan dan Penetasan

Pada sore/malam harinya dilakukan pengangkatan induk betina yang telah kawin ke bak pemijahan dan diberi kode famili, sedangkan induk betina yang tidak berhasil kawin dikembalikan ke bak induk betina semula. Induk betina yang berhasil kawin dimasukkan ke bak pemijahan secara individual 1 ekor/bak (kepadatan 5 ekor/m³). Induk di bak pemijahan biasanya akan mijah pada malam sampai dini hari, pagi harinya semua induk dikembalikan ke bak induk betina sesuai kode warna *tagging*. Penghitungan telur dilakukan dengan volumetri, setelah telur diaduk perlahan hingga merata sampel telur diambil dengan *beaker glass* sebanyak 20 ml dan menghitungnya.

Tahap berikutnya adalah proses penetasan telur. Saat penetasan telur air media diatur pada suhu 29-30°C, untuk memudahkan monitoring dan pengendalian suhu, maka setiap wadah penetasan dipasang thermometer dan *heater* kecil 150 W. *Heater* hanya dinyalakan saat memang diperlukan saja. Selama proses penetasan dilakukan pengadukan telur secara manual, pengadukan dilakukan secara perlahan setiap sekitar 0,5-1 jam sekali hingga menetas. Telur mulai menetas biasanya sekitar pukul 09.00 hingga pukul 12.00 siang. Saat

pemijahan hingga penetasan aerasi harus diatur kecil, untuk menghindari kerusakan telur dan saat persiapan air medianya ditambahkan EDTA 10 mg/L. Pagi hari berikutnya dilakukan pemanenan nauplius untuk dihitung dengan volumetri dan menebarnya ke bak pemeliharaan larva.



Gambar 1. Sarana penelitian: (A) bak induk, (B) bak larva, (C) induk vaname, dan (D) benih vaname PL10

Pemeliharaan Larva

Pemeliharaan larva vaname hasil perkawinan dalam kegiatan ini dilakukan di bak fiberglass berisi 500 liter air laut dengan EDTA 10 mg/L yang dilengkapi dengan 2 buah titik aerasi dan 1 buah *heater* 500 W. Sebelum penebaran nauplius suhu air media larva diatur sekitar 31-32°C, demi meraih sintasan maksimum pada stadia *Zoea-Mysis* (Bermudes *et al.*, 2017). Untuk menjaga fluktuasi suhu air dilakukan penutupan bak larva dengan plastik. Nauplius yang dipanen hanya yang berkumpul di sekitar sumber cahaya (*fototaksis positif*) dengan jumlah minimal 50.000 ekor/famili. Penebaran nauplius dilakukan dengan kepadatan 100 ekor/liter (50.000 ekor/bak).

Larva stadia *Zoea-Mysis* diberikan pakan fitoplankton (*Caetoceros* sp.) dan tepung. Sejak stadia *Mysis* 2 hingga PL10 diberikan nauplius artemia, tepung dan *flakes*. Fitoplankton *Caetoceros* sp. diberikan sejak stadia N6-PL2 dengan frekuensi 1 kali/hari pada pagi hari dengan target kepadatan di bak larva sekitar 300.000-600.000 sel/ml. Pakan buatan berbentuk tepung diberikan sejak *Zoea* 1-MPL yang diberikan 7 kali/hari dengan dosis 0,7-1,2 mg/L. Pakan buatan campuran berbentuk tepung dan *flakes* diberikan sejak PL1-PL10 yang diberikan 7 kali/hari dengan dosis 1,5-3,5 mg/L/pakan. Nauplius artemia diberikan pada stadia M2-PL10 yang diberikan 3x/hari dengan dosis 3-20 ekor nauplius artemia/pakan. Untuk menjaga kualitas air dilakukan penambahan probiotik 1 mg/L yang dilakukan 1x/hari. Saat larva mencapai PL3 dilakukan pemindahan larva ke bak dan media baru untuk menjamin kondisi kualitas air dalam kondisi baik hingga PL10. Setelah mencapai PL 10 dilakukan pemanenan dan penghitungan jumlah benih untuk dasar penentuan famili terbaik sebagai materi tahap pemuliaan berikutnya. Hal yang perlu diperhatikan saat pemanenan ini adalah kodifikasi dan *batch* penebaran nauplius, karena ada 3 hari penebaran nauplius. Setelah semua famili terdata baru dilakukan pemilihan 11 famili dengan sintasan tertinggi dan tetap mempertahankan famili dari induk kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adaptasi dan Maturasi Induk

Jumlah induk yang dimasukkan ke bak penelitian saat adaptasi sedikit dilebihkan untukantisipasi jika ada kematian selama adaptasi dan maturasi. Saat perkawinan akan dimulai jumlah induk dicek dan diatur ulang jumlahnya masing-masing SDG baik jantan maupun betina. Dinamika populasi SDG induk masing-masing famili saat adaptasi dan maturasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Dinamika SDG induk vaname masa adaptasi dan maturasi selama 10 hari

Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 7 (1), 2025, 1 - 14Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

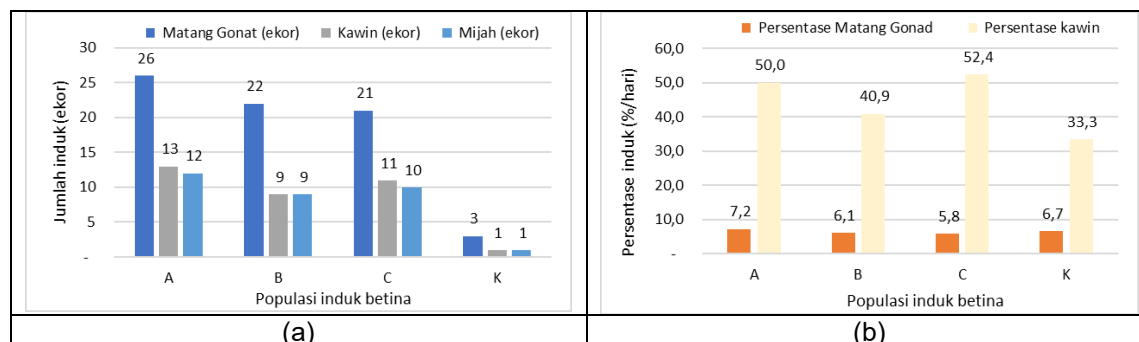
Kelamin	Famili	Awal (ekor)	Mati (ekor)	Sintasan (%)	Terseleksi (ekor)	Afkir (ekor)
Betina	A	130	3	97,7	120	7
	B	130	6	95,4	120	4
	C	130	5	96,2	120	5
	K	19	2	89,5	15	2
	Rerata			94,7±3,6		
Jantan	a	130	2	98,5	120	8
	b	130	4	96,9	120	6
	c	130	2	98,5	120	8
	k	20	1	95,0	15	4
	Rerata			97,2±1,6		

Pematangan gonad induk vaname betina ini dilakukan dengan metode ablasi mata. Sainz-Hernandez *et al.* (2008) mengatakan bahwa metode ablasi mata ini terbukti sangat efektif untuk memacu pematangan gonad dan umum dilakukan di usaha pembenihan udang vaname komersial. Selama masa adaptasi dan pematangan gonad selama 10 hari induk vaname jantan di semua famili mempunyai sintasan lebih tinggi dibanding yang betina dengan rerata sintasan induk jantan mencapai 97,2±1,6% dan betina mencapai 94,7±3,6%. Secara keseluruhan sintasan induk masih relatif tinggi yaitu terendah mencapai 89,5% pada betina kontrol (K) dan tertinggi mencapai 98,5% pada induk hasil seleksi SDG induk jantan a dan c.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui, bahwa sintasan induk udang vaname selama masa adaptasi dan pematangan gonad selama 10 hari menunjukkan perbedaan yang relatif besar antara SDG induk terseleksi dan SDG kontrol. Sintasan induk terseleksi lebih tinggi dibandingkan dengan induk kontrol, baik untuk betina maupun jantan. Secara rinci, sintasan induk terseleksi mencapai 96,4% untuk betina dan 97,9% untuk jantan, sementara sintasan induk kontrol hanya mencapai 89,5% untuk betina dan 95,0% untuk jantan. Pola sintasan berdasar jenis kelamin pada induk hasil seleksi mirip dengan kontrol, yaitu ada kecenderungan sintasan induk jantan lebih tinggi dari pada induk betina. Semua SDG induk betina dalam famili yang sama mempunyai sintasan lebih rendah dibanding induk jantan, hal ini bisa disebabkan karena ukuran induk betina rata-rata lebih besar dibanding induk jantan, hal itu selaras dengan pernyataan Gopal *et al.* (2010). Menurut Nur *et al.* (2021) induk vaname yang diablasi mengalami stres dengan indikasi terjadi penurunan *Total Haemolimp Count*/THC dan peningkatan kadar glukosa. Sainz-Hernandez *et al.*, (2008) menyatakan, bahwa akibat ablasi mata bisa menyebabkan kematian yang sangat nyata pada induk udang vaname betina. Kematian induk vaname tanpa ablasi selama penelitian yang mereka jalankan hanya mencapai 2%, sedangkan yang diablasi 1 tangkai mata kematiannya mencapai 35%. Ablasi mata induk udang vaname mempengaruhi reproduksi, proses fisiologis dan metabolisme lainnya, karena pengangkatan sebagian kompleks kelenjar *sinus X-organ* yang terletak di tangkai mata. Ablasi mata mengurangi produksi hormon penghambat moulting (MIH). Hasil penelitian dia menunjukkan periode moulting induk betina ablasi 1 mata (*unilateral*) mencapai 17 hari, sangat jauh dibanding tanpa ablasi dibutuhkan waktu 24 hari (Sainz-Hernandez *et al.*, 2008).

Perkawinan, pemijahan, penetasan dan pemeliharaan larva

Setelah induk vaname adaptif dan banyak yang matang gonad dilakukan perkawinan, pemijahan dan penetasan telur. Dari keempat SDG induk menghasilkan induk matang gonad, kawin dan mijah selama 3 hari dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. (a) Jumlah induk matang gonad, kawin dan mijah selama 3 hari;
(b) Persentase induk matang gonad dan kawin

Berdasarkan gambar 2 dan 3 terlihat bahwa perkawinan dari induk hasil seleksi (A, B dan C) masing-masing 120 ekor induk betina/SDG selama 3 hari menghasilkan induk matang gonad 21-26 ekor/SDG induk dengan rerata $23 \pm 2,6$ ekor dengan persentase induk kawin 40,9-52,4% dengan rerata $47 \pm 6\%$. SDG induk non seleksi/kontrol (K) selama 3 hari menghasilkan induk matang gonad 3 ekor dari 15 induk betina atau mencapai 33,3%. Kematangan gonad induk jika dikonversi per hari maka persentase induk matang gonad SDG A, B dan C mencapai $6,4 \pm 0,7\%/hari$ dari jumlah total induk betina/SDG, sedangkan untuk induk SDG K mencapai $6,7\%/hari$ dari jumlah total induk betina kontrol.

Total induk yang matang gonad dikawinkan mengikuti pola perkawinan yang telah ditetapkan. Dari Gambar 2 terlihat bahwa SDG induk terseleksi selama 3 hari terdapat 9-13 ekor/SDG induk berhasil kawin dan terdapat 9-12 ekor induk berhasil mijah. Dari Gambar 3 persentase induk betina kawin dibanding jumlah induk matang gonad SDG A, B dan C mencapai 5,8-7,2%/hari dengan rerata $6,4 \pm 0,7\%/hari$ dan SDG K mencapai $6,7\%/hari$. Angka persentase induk matang gonad dan induk kawin dalam penelitian ini relatif mirip dengan yang dinyatakan oleh Wardana *et al.* (2021), bahwa persentase induk matang gonad mencapai 6,4-11,0%/hari dari jumlah induk betina dan induk kawin mencapai 37,4-54,9%/hari dari jumlah induk yang matang gonad. Perkawinan 3 SDG induk hasil seleksi secara resiprokal didapatkan 9 pola perkawinan dan perkawinan antar SDG induk non seleksi dengan hasil seperti pada Table 3. Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa hasil perkawinan selama 3 hari, keempat SDG induk menghasilkan 34 perkawinan dan menghasilkan rerata fekunditas sebesar 157.063 ± 36.565 butir/induk dengan daya tetas mencapai $69,4 \pm 21,7\%$ dengan rerata produksi nauplius mencapai 106.414 ± 41.399 /induk.

Daya tetas telur merupakan parameter penting dalam menilai keberhasilan reproduksi udang, yang dihitung sebagai persentase perbandingan antara jumlah nauplius yang dihasilkan dengan total telur yang diproduksi oleh seekor induk betina dalam satu siklus pemijahan (Kurniawan & Syahputra, 2024). Dalam penelitian ini, rerata daya tetas mencapai $69,4 \pm 21,7\%$ (dengan kisaran 12,4-93,8%) seperti tertuang pada Gambar 4. Tiga famili dari induk hasil seleksi dengan daya tetas tertinggi berturut-turut adalah Aa3; Ac2 dan Ac3 dengan sintasan masing-masing 93,8; 93,3 dan 92,7%. Daya tetas telur dari induk non seleksi (Kk2) sebesar 79,3%. Nilai daya tetas ini menunjukkan tingkat keberhasilan penetasan yang cukup tinggi dan kompetitif. Dengan demikian, nilai daya tetas yang dicapai dalam penelitian ini menunjukkan efisiensi konversi telur menjadi nauplius yang cukup baik. Lebih lanjut, jika merujuk pada kriteria yang disampaikan oleh Nawang *et al.* (2014), tingkat daya tetas yang berkisar antara 40% hingga 80% dapat dikategorikan sebagai baik, tergantung pada spesies penaeid yang diteliti. Oleh karena itu, capaian daya tetas dalam studi ini termasuk dalam kategori sangat baik dan dapat dijadikan indikator keberhasilan

Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 7 (1), 2025, 1 - 14Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

teknis dalam manajemen reproduksi udang vaname. Daya tetas telur dalam penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Kurniawan & Syahputra (2024) daya tetas telur udang vaname mencapai 71%.

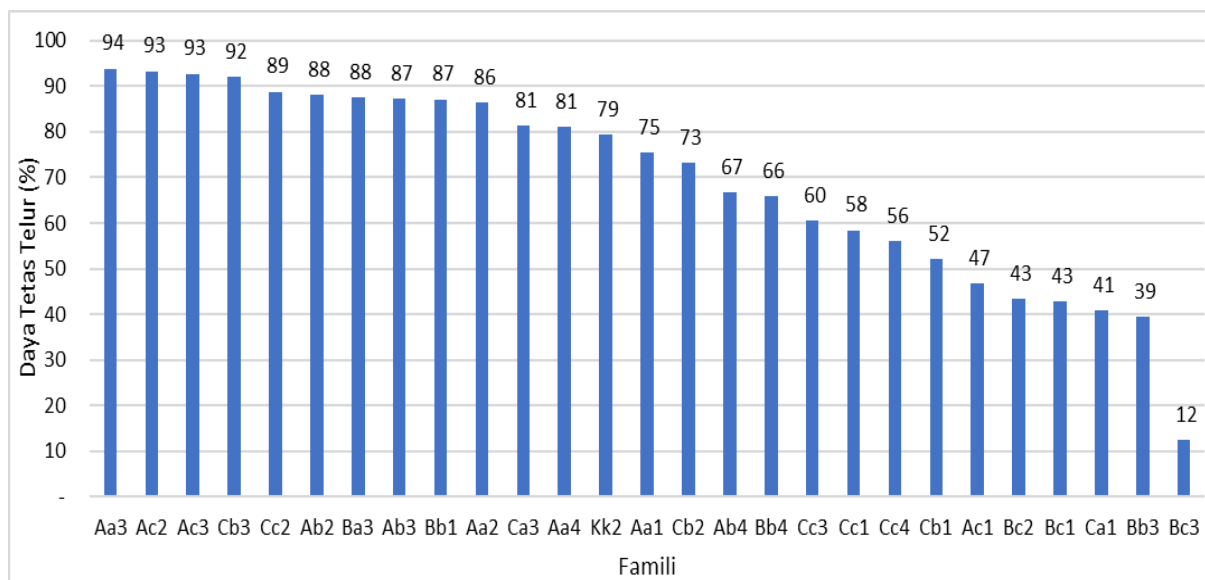
Tabel 3. Hasil perkawinan dan pemijahan induk vaname pada seleksi famili selama 3 hari

Hari	No	Fa- mili	Jumlah Telur (butir)	Jumlah Nauplius (ekor)	Daya Tetas (%)	Jumlah Tebar (ekor)	Jumlah PL 3 (ekor)	Jumlah PL10 (ekor)	Sintasan N-PL10 (%)	Nomi- nasi
1	1	Aa1	126.000	95.000	75,4	50.000	30.944	25.228	50,5	4
	2	Aa2	220.000	190.000	86,4	50.000	43.228	38.406	76,8	
	3	Aa3	130.000	122.000	93,8	50.000	30.195	30.186	60,4	
	4	Aa4	154.000	125.000	81,2	50.000	31.496	30.801	61,6	
	5	Aa5	102.000	21.000						8
	6	Aa6	94.000							
	7	Bb1	140.000	122.000	87,1	50.000	24.141	23.949	47,9	
	8	Bb3	170.000	67.000	39,4	50.000	35.495	35.490	71,0	
	9	Bb4	144.000	95.000	66,0	50.000	15.984	18.925	37,9	2
	10	Cc1	166.000	97.000	58,4	50.000	43.919	42.875	85,8	
	11	Cc2	152.000	135.000	88,8	50.000	33.740	31.250	62,5	12
	12	Cc3	182.000	110.000	60,4	50.000	30.511	21.090	42,2	9
	13	Cc4	134.000	75.000	56,0	50.000	41.732	35.100	70,2	
	14	Kk1								
2	15	Ab2	194.000	171.000	88,1	50.000	45.275	35.090	70,2	10
	16	Ab3	158.000	138.000	87,3	50.000	42.913	34.040	68,1	11
	17	Ab4	132.000	88.000	66,7	50.000	5.709	5.170	10,3	5
	18	Bc1	180.000	77.000	42,8	50.000				
	19	Bc2	240.000	104.000	43,3	50.000	41.245	37.935	75,9	
	20	Bc3	178.000	122.000	12,4	50.000				
	21	Bc4	196.000							6
	22	Cb1	148.000	77.000	52,0	50.000	13.398	9.350	18,7	
	23	Cb2	116.000	85.000	73,3	50.000	39.000	37.240	74,5	
	24	Cb3	112.000	103.000	92,0	50.000	22.519	22.487	45,0	
	25	Kk2	150.000	119.000	79,3	50.000	44.129	35.898	71,8	7
3	26	AC1	122.000	57.000	46,7	50.000				1
	27	AC2	164.000	153.000	93,3	50.000				
	28	AC3	124.000	115.000	92,7	50.000				
	29	BA2	176.000	40.000						
	30	BA3	240.000	210.000	87,5	50.000	39.483	27.830	55,7	3
	31	CA1	176.000	72.000	40,9	50.000	44.957	44.700	89,4	
	32	CA2	182.000							
	33	CA3	124.000	101.000	81,5	50.000	40.418	39.609	79,2	
	34	CA4								
	Re-rata		157.063	106.414	69,4		33.656	30.120	60,2	
			±36.565	±41.399	±21,7		±11.21	±10.14	±20,3	

Rerata fekunditas induk udang vaname dalam penelitian ini mencapai 157.063 ± 36.565 butir (dengan kisaran 94.000-240.000 butir) seperti tertuang pada Tabel 3 dengan berat induk $61,8 \pm 7,7$ g. Tiga famili dari induk hasil seleksi dengan angka fekunditas tertinggi berturut-turut adalah Bc2; Ba3 dan Aa2 dengan fekunditas masing-masing 240.000; 240.000 dan 220.000 butir. Fekunditas induk non seleksi (Kk2) mencapai 150.000 butir. Sebagai perbandingan, Supryadi *et al.* (2021) melaporkan bahwa secara umum fekunditas udang vaname berada pada kisaran 150.000–180.000 butir telur per induk dengan rerata berat induk betina sekitar 40 g/ekor. Dengan demikian fekunditas induk udang vaname dalam penelitian ini masih bisa dikatakan baik, yang menunjukkan manajemen pengelolaan induk masih baik untuk perkembangan reproduksinya. Fekunditas dalam penelitian ini hampir

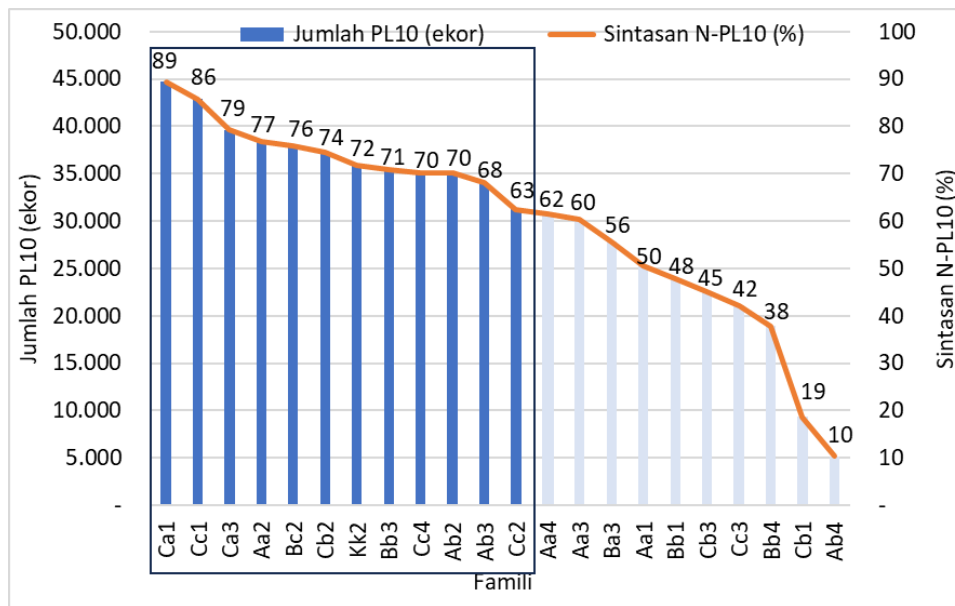
sama dengan yang dinyatakan oleh Wardana *et al.* (2021), fekunditas induk mencapai 153.478 ± 50.604 butir/ekor dengan berat induk betina 35 ± 1 g. Fekunditas dalam penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Kurniawan & Syahputra (2024) fekunditas induk udang vaname mencapai 243.796 butir/induk. Fekunditas induk sangat dipengaruhi oleh ukuran induk, faktor genetik dan pengelolaannya (pengelolaan pakan dan kualitas air).

Rerata produksi nauplius vaname dalam penelitian ini mencapai 106.414 ± 41.399 ekor (berkisar 21.000-210.000 ekor/induk). Tiga famili dari induk hasil seleksi dengan produktivitas dalam menghasilkan nauplius/mijah tertinggi berturut-turut adalah Ba3; Aa2 dan Ab2 dengan produktivitas induk masing-masing 210.000; 190.000 dan 171.000 ekor naupli/induk/mijah. Produktivitas induk menghasilkan nauplius dari induk non seleksi (Kk2) 119.000 ekor naupli/induk/mijah. Produktivitas induk untuk menghasilkan naupli ini lebih rendah dibanding hasil penelitian Kurniawan & Syahputra (2024) yang mencatat produktivitas induk mencapai rerata 173.095 ekor naupli/induk/mijah. Produktivitas induk untuk menghasilkan nauplius sangat tergantung pada angka fekunditas dan daya tetas, ketiga parameter saling berhubungan dan cenderung berkorelasi positif.



Gambar 4. Grafik daya tetas telur udang vaname hasil seleksi famili

Hasil pemeliharaan larva hingga PL10 dapat dilihat pada Table 3, terlihat bahwa penebaran larva dilakukan 27 kali. Penebaran tersebut mengacu pada jumlah nauplius yang dihasilkan pada masing-masing famili, jika jumlah nauplius tercapai minimal 50.000 ekor dilakukan penebaran, sebaliknya jika tidak netas atau netas tetapi jumlah nauplius <50.000 ekor, maka tidak dilakukan penebaran. Dari 27 famili penebaran nauplius yang mampu menghasilkan benih hingga PL10 sebanyak 22 famili, yang lainnya mengalami kematian sebelum PL10. Sintasan N-PL3 mencapai rerata $67,3 \pm 22,4\%$ dan sintasan PL3-PL10 mencapai rerata $90,1 \pm 12,3\%$. Secara global rerata sintasan pemeliharaan larva N-PL10 mencapai $60,2 \pm 20,3\%$. Sintasan pemeliharaan larva dalam penelitian ini jauh lebih tinggi dibanding dengan hasil penelitian Kurniawan & Syahputra (2024) yang hanya mencapai 39%. Hal itu menunjukkan pengelolaan dalam pemeliharaan larva secara teknis telah efektif sesuai kebutuhan untuk optimalnya kehidupan larva udang vaname. Angka sintasan N-PL10 dianggap normal jika mencapai >30% (SNI no. 7311 tahun 2009).



Gambar 5. Hasil pemeliharaan larva pada seleksi famili hingga PL10 diurutkan berdasar sintasannya

Gambar 5 memperlihatkan, bahwa setelah diurutkan sintasan PL10, maka didapatkan 11 famili dengan sintasan tertinggi selain kontrol yaitu: Ca1; Cc1; Ca3; Aa2; Bc2; Cb2; Bb3; Cc4; Ab2; Ab3; Cc2 dengan sintasan masing-masing famili: 89%; 86%; 79%; 77%; 76%; 75%; 71%; 70%; 70%; 68%; 63%. Rerata sintasan 11 famili terseleksi mencapai $74,6 \pm 7,51\%$ dan famili kontrol Kk2 dengan sintasan 72%. Parameter sintasan PL10 ini menjadi acuan utama dalam pemilihan famili terbaik, karena faktor ini merupakan kunci di tahap produksi benih. Kemampuan produksi benih dengan sintasan tinggi merupakan point yang besar untuk bidang usaha yang bergerak dalam penyediaan benih. Setelah faktor ini diasumsikan baik, maka pada seleksi berikutnya akan berorientasi pada daya tahan terhadap cekaman lingkungan dan kemampuannya untuk menghasilkan biomasa yang tertinggi dalam masa pemeliharaan berikutnya. Dari sisi parameter media pemeliharaan larva dalam penelitian ini relatif aman, salinitas berkisar 29-31 g/L, suhu 29-32 °C, pH 7,5-7,8, Oksigen terlarut 5,2-5,3 mg/L dan ammonia 0,06-0,07 mg/L.

Salinitas media larva sangat besar pengaruhnya jika terlalu rendah di awal tebar misalnya kurang dari 25 g/L maka akan menyebabkan kematian masal nauplius, karena tidak mampu masuk stadia zoea, walaupun mampu masuk zoea, maka perkembangan berikutnya akan bermasalah. Salinitas sangat berpengaruh pada kesehatan dan kelangsungan hidup larva udang vaname. Perubahan salinitas tidak boleh lebih dari 3 g/L/hari (Pan *et al.*, 2007). SNI no. 7311 (2009) tentang produksi benih udang vaname, menyatakan bahwa salinitas yang baik untuk pemeliharaan larva udang vaname adalah berkisar 29-34 g/L. Salinitas media larva pada penelitian ini adalah 29-31 g/L, sehingga aman untuk kehidupannya.

Suhu media larva memiliki pengaruh yang besar terhadap aktivitas fisiologis, seperti pola makan, pertumbuhan, pengeluaran ammonia, dan penggunaan Oksigen (Madeira *et al.*, 2015), serta proses asimilasi (Wang *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2017). Suhu media larva pada penelitian ini berkisar 29-32°C, sehingga aman, sesuai SNI no. 7311 (2009) yang menyatakan bahwa suhu ideal media larva adalah 29-32°C. pH media larva vaname sangat besar peranannya karena sangat mempengaruhi aktivitas ATP-ase dan osmoregulasi yang sangat berpengaruh kepada kesehatan, pertumbuhan dan sintasan larva. pH sangat berpengaruh pada kesehatan dan sintasan larva udang vaname. Perubahan pH tidak boleh

Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 7 (1), 2025, 1 - 14Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

lebih dari 0,5/hari (Pan *et al.*, 2007). pH media larva pada penelitian ini berkisar 7,5-7,8 dengan fluktuasi harian tidak lebih dari 0,5 sehingga relatif aman untuk kehidupan larva udang vaname sebagaimana disebutkan SNI no. 7311 (2009), bahwa pH larva vaname idealnya berada pada kisaran 7,5-8,5.

Dalam media yang digunakan untuk memelihara larva udang vanamei, oksigen terlarut (DO/ *Dissolved Oxygen*) adalah salah satu parameter kualitas air yang sangat penting. Nilai DO yang ideal sangat penting untuk kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan aktivitas metabolik larva, terutama pada fase awal kehidupannya, ketika larva sangat rentan terhadap pengaruh lingkungan. Oksigen terlarut media larva pada penelitian ini adalah 5,2-5,3 mg/L. DO tersebut termasuk aman untuk kehidupan larva sebagaimana disebutkan oleh Nur *et al.*, (2024) yang menyatakan DO media larva 4,7-5,5 mg/L aman buat kehidupan larva vaname. Hal itu dikuatkan dengan yang dinyatakan dalam SNI no. 7311 (2009), bahwa DO media larva udang vaname idealnya lebih dari 5 mg/L.

Ammonia merupakan salah satu senyawa toksik utama dalam media pemeliharaan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Kadar ammonia pada media larva vaname bisa berasal dari sisa pakan, feses dan dekomposisi bahan organik. Konsentrasi ammonia pada penelitian ini adalah 0,06-0,07 mg/L. Konsentrasi ammonia ini termasuk aman, seperti dinyatakan Scabra *et al.* (2021), bahwa konsentrasi ammonia yang aman pada media budidaya udang vaname adalah <0,1 mg/L.

Semua parameter kualitas air antara bak larva satu dengan yang lain di semua famili relatif tidak berbeda jauh, karena pemeliharaan larva dalam penelitian ini dilakukan dengan SOP yang sama secara ketat, untuk mengurangi bias hasil yang dikarenakan faktor kualitas air. Keberhasilan pemeliharaan larva vaname juga banyak dipengaruhi faktor selain kualitas air di atas, diantaranya nitrit, nitrat, alkalinitas, total *Vibrio* sp., dan lain-lain. Faktor lain yang sangat berpengaruh terhadap sintasan pemeliharaan larva vaname adalah kualitas naupli, kualitas dan kecukupan pakan alami (fitoplankton dan naupli artemia), kualitas dan kecukupan pakan buatan serta teknis pemeliharaannya.

KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan:**

Sumber Daya Genetik/SDG yang terdiri induk Aa,Bb,Cc didapatkan 11 famili terbaik dari perkawinan resiprokal yaitu famili Ca1; Cc1; Ca3; Aa2; Bc2; Cb2; Bb3; Cc4; Ab2; Ab3 dan Cc2 dengan rerata sintannya sebesar 74,6±7,51%, sedangkan sitasan dengan famili non seleksi sebagai kontrol yaitu famili Kk2 dengan sintasan 72%.

Saran:

Famili yang sebaiknya dilanjutkan untuk tahap pemuliaan berikutnya adalah 11 famili terpilih yang terdiri Ca1; Cc1; Ca3; Aa2; Bc2; Cb2; Bb3; Cc4; Ab2; Ab3; Cc2 dan tetap mengikutkan famili Kk2 sebagai kontrol. Jika memungkinkan penebaran nauplius pada setiap famili dibuat ada ulangnya dan angka sintasan merupakan rerata dari sejumlah ulangan yang ada, tetapi ini memerlukan *eford* dan sarana yang jauh lebih banyak. Dalam penentuan famili terbaik sebaiknya melibatkan beberapa parameter lain dengan formula tertentu misalnya fekunditas, daya tetas, persentase induk matang gonad, perentase induk kawin, berat induk, dan lain-lain, sehingga akan menghasilkan famili terbaik yang lebih representatif.

UCAPAN TERIMA KASIH:

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya atas selesainya penelitian dan penulisan ini, terutama kepada Kepala BPIU2K Karangasem, teman-teman tim teknis BPIU2K Karangasem, teman-teman tim laboratorium BPIU2K Karangasem dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu lancarnya penelitian dan penulisan ini yang tidak mungkin kami sebutkan semua satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, S. & Muqsith, A. (2014). Manajemen produksi nauplius udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Instalasi Pembenuhan Udang (IPU) Gelung Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur. *JSAPI*. 5(2), 53-64.
- Argue, B. J., Arce, S. M., Lotz, J. M., & Moss, S. M. (2002). Selective breeding of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) for growth and resistance to taura syndrome Virus. *Aquaculture*, 204(3-4), 447-460. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00830-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00830-4)
- Bermudes, J. L., Mario, N., & Alejandra, M. (2017). Effect of temperature and Salinity on larval survival and development of *Litopenaeus vannamei*. *Revista MVZ Córdoba*, 22(2), 5844-5853.
- Ceballos-Vázquez, B.P., Racotta, I.S., Elorduy-Garay, J.F., 2003. Qualitative and Quantitative Analysis of The Ovarian Maturation Process of *Penaeus vannamei* After A Production Cycle. *Invertebr. Reprod. Dev.* 43, 9–18. <https://doi.org/10.1080/07924259.-2003.9652516>
- Cock, J., Gitterle, T., Salazar, M., & Rye, M. (2009). Breeding for disease resistance of penaeid shrimps. *Aquaculture*, 286(1-2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.09.011>
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Food and Agriculture Organization of The United Nations. <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
- Gjedrem, T., Robinson, N., & Rye, M. (2012). The importance of Selective Breeding in Aquaculture to Meet Future Demands For Animal Protein: A review. *Aquaculture*, 350-353, 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.008>
- Golden, C. D., Koehn, J. Z., Shepon, A., Passarelli, S., Free, C. M., Viana, D. F., Matthey, H., ... Thilsted, S. H. (2021). Aquatic foods to nourish nations. *Nature* 598, 315–320 <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03917-1>
- Gopal, C., Gopikrishna, G., Krishna, G., Jahageerdar, S. S., Rye, M., Hayes, B. J., Paulpandi, S., ... Kumar, D. (2010). Weight and time of onset of female-superior sexual dimorphism in pond reared *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 300: 237-239. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.01.007>
- Goyard, E., Patrois, J., Peignon, J. M., Vanaa, V., Dufour, R., & Bedier, E. (2008). Crossbreeding effects for growth and survival in six genetic groups of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 278(1-4), 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.03.017>
- Hadie, W., Tahapari, E., Hadie, L. E., & Sularto. (2010). Efektivitas persilangan dalam peningkatan produktivitas ikan patin melalui hibridisasi antar spesies. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(2):179-184. <https://www.jurnal-iktiologi.org/index.php/jii/article/view/169/150>
- Hadiyanto. (2013). Nilai ekonomis cacing laut (Annelida : Polychaeta). *Jurnal Oseana*. 37(2), 23-31.
- Huang, Y., Zhixin, Y., & Shaoping, W. (2012). Selective breeding and preliminary commercial performance of *Penaeus vannamei* for resistance to white spot syndrome virus (WSSV). *Aquaculture* 364–365. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.002>
- Kannan, D., Thirunavukkarasu, P., Jagadeesan, K., Shettu, N., & Kumar, A. (2015). Procedure for maturation and spawning of imported shrimp *Litopenaeus vannamei* in

- commercial hatchery, South East Coast of India. *Fisheries an Aquaculture Journal*, 6(4):1-5.
- Kasai, H., Mamoru, Y., & Youshio, E. (2002). Disinfection of water for aquaculture. *fisheries science*, 68(821-824). https://doi.org/10.2331/fishsci.68.sup1_821
- Kurniawan, M. D., & Syahputra, T. (2024). Pembenihan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) South East Asian Aquaculture, 2(1). <https://journal.stedca.com/index.php/seaqu/>
- Madeira, D., Mendonca, V., Dias, M., Roma, J., Costa, P. M., Larginho, M., Vinagre, C., Diniz, M. S. (2015). Physiological, cellular and biochemical thermal stress response of intertidal shrimps with different vertical distributions: *Palaemon elegans* and *Palaemon serratus*. *Comp. Biochem. Physiol. a-Mol. Integr. Physiol.* 183, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2014.12.039>
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries. (2023). Indonesian Shrimp Production Report 2023. Jakarta: Ministry of Marine Affairs and Fisheries. <https://www.wwf.id/en/blog/ministry-marine-fisheries-and-wwf-indonesia-sign-new-partnership-realize-blue-economy-based>
- Nawang, A., Trismawati, I., & Parenrengi, A. (2014). Produktivitas telur dan daya tetas induk udang windu (*Penaeus monodon*) asal Aceh dan Takalar. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 701-707.
- Naylor, R., Fang, S., Fanzo, J. (2023). A Global view of aquaculture policy. *Food Policy*, 116, 102422. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102422>
- Nur, F. A., Surianti., & Sahni, R. (2024). Pertumbuhan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberi *Artemia* sp. tersuplementasi nutrien. *Jurnal TECHNO-FISH*, VIII(2), 149-160. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.07.218>
- Nur, I., Iyen, H., & Yusnaini. (2021). The effect of eyestalk ablation on several immunologic variables in *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10(1). <https://doi:10.20473/jafh.v10i1.18926>
- Pan, L. Q., Zhang, L. J., & Liu, H. Y. (2007). Effects of salinity and pH on ion-transport enzyme activities, survival and growth of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture*, 273, 711–720.
- Pérez-Rostro, C. I., Ramírez, J. L., & Ibarra, A. M. (2004). Quantitative genetic parameter estimates for size and growth in the pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from a factorial mating design. *Aquaculture Research*, 35(13), 1231-1238. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01141.x>
- Ren, S., Mather, P. B., Tang, B., & Hurwood, D. A. (2020). Comparison of reproductive performance of domesticated *Litopenaeus vannamei* females reared in recirculating tanks and earthen ponds: an evaluation of reproductive quality of spawns in relation to female body size and spawning Order. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00560>
- Sainz-Hernandez, J. C., Racottab, I. S., Dumas, S., & López, J. H. (2008). Effect of unilateral and bilateral eyestalk ablation in *Litopenaeus vannamei* male and female on several metabolic and immunologic variables. *Aquaculture*. 283(1-4),188-193 <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.002>
- Scabra, A. R., Junaidi, M., & Rinaldi, L. A. O. (2021). Pengaruh penambahan daun ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap pertumbuhan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada salinitas 0 ppt. *Jurnal Perikanan*,11(2), 218-231. https://doi.org/10.29303/jp.v11i2.258_218
- Shin H. S. & Magaly, E. (2023). Genetic parameters for growth and morphological traits of the pacific white shrimp *Penaeus vannamei* from a selective breeding programme in the industrial sector of ecuador. *Aquaculture Reports*, 31, 101649. <https://doi.org/10.1016/j.agrep.2023.101649>
- SNI 7311. (2009). Produksi benih udang vaname https://www.academia.edu/download/74924082/-SNI_7311_2009.pdf

Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 7 (1), 2025, 1 - 14

Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

- Supryady, S., Kurniaji, A., Ihwan, I., Renitasari, D. P., & Nursakinah, N. (2021). Performa reproduksi induk dan tahapan perkembangan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Airaha*, 10(02), 202-212.
- Wang, Z. L., Qui, Y. X., Yan, M. T., Li, J. Y., Zou, J. X., & Fang, L. F. (2019). Physiological responses of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* to temperature fluctuation in low-salinity water. *Front. Physiol.* 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.01025/pdf>
- Wardana, R. A. M. GS., Sumarwan, J., Purnomo, S.J. dan Hidding, M. 2021. Performa Induk dan Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Hasil Pemuliaan dengan Seleksi Famili di BPIU2K Karangasem-Bali. *Jurnal Perekayasaan BPIU2K Karangasem*, 1-13
- Zhang, X., Yuan, J., Sun, Y., Li, S., Gao, Y., Yu, Y., ... & Xiang, J. (2017). Penaeid shrimp genome provides insights into benthic adaptation and frequent molting. *Nature Communications*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00324-9>