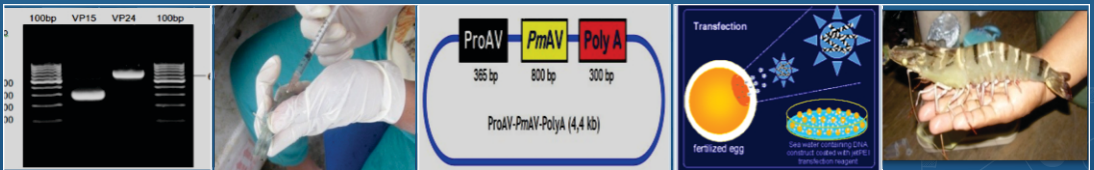


## ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI

### TEKNOLOGI RNAi DAN TRANSGENESIS TERHADAP PENGEMBANGAN INDUK DAN BENIH UNGGUL UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
KEPAKARAN PEMULIAAN DAN GENETIKA IKAN



OLEH:

**ANDI PARENRENGI**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

ISSN 3090-8485

**TEKNOLOGI RNAi DAN TRANSGENESIS  
TERHADAP PENGEMBANGAN INDUK DAN  
BENIH UNGGUL UDANG WINDU  
(*Penaeus monodon*)**

Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



ISSN 3090-8485

**TEKNOLOGI RNAi DAN TRANSGENESIS  
TERHADAP PENGEMBANGAN INDUK DAN  
BENIH UNGGUL UDANG WINDU  
(*Penaeus monodon*)**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
ILMU PERIKANAN  
BIDANG AKUAKULTUR  
KEPAKARAN PEMULIAAN DAN GENETIKA IKAN**

**OLEH:  
ANDI PARENRENGI**

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2025 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Pusat Riset Perikanan

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Teknologi RNAi dan Transgenesis terhadap Pengembangan Induk dan Benih Unggul Udang Windu (*Penaeus monodon*)/Andi Parenrengi–Jakarta: Penerbit BRIN, 2025.

ix + 116 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. Inovasi Teknologi | 2. RNAi        |
| 3. Transgenesis      | 4. Domestikasi |
| 5. Pemuliaan         | 6. Udang windu |

608

*Copy editor* : S. Imam Setyawan  
*Proofreader* : Martinus Helmiawan  
*Penata Isi* : S. Imam Setyawan  
*Desainer Sampul* : S. Imam Setyawan



Diterbitkan oleh:  
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi  
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,  
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340  
Whatsapp: +62 811-1064-6770  
*E-mail*: [penerbit@brin.go.id](mailto:penerbit@brin.go.id)  
*Website*: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)  
 PenerbitBRIN  
 @Penerbit\_BRIN  
 @penerbit.brin

## DAFTAR ISI

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BIODATA RINGKAS .....                                                        | 1   |
| PRAKATA PENGUKUHAN .....                                                     | 5   |
| I. PENDAHULUAN.....                                                          | 7   |
| II. STATUS PENGEMBANGAN UDANG WINDU<br>DI INDONESIA.....                     | 13  |
| A. Potensi Udang Windu di Indonesia .....                                    | 13  |
| B. Perkembangan Domestikasi, Pemuliaan, dan<br>Budi Daya Udang Windu .....   | 16  |
| C. Tantangan Domestikasi, Pemuliaan, dan<br>Budi Daya Udang Windu.....       | 20  |
| III. TEKNOLOGI RNAi DAN TRANSGENESIS UNTUK<br>PENGEMBANGAN UDANG WINDU ..... | 25  |
| A. Aplikasi Teknologi RNAi .....                                             | 25  |
| B. Aplikasi Teknologi Transgenesis .....                                     | 33  |
| IV. STRATEGI RISET DAN KEBIJAKAN YANG<br>DIPERLUKAN DI MASA DEPAN .....      | 49  |
| A. Riset yang Diperlukan.....                                                | 49  |
| B. Kebijakan yang Diperlukan.....                                            | 53  |
| V. KESIMPULAN.....                                                           | 59  |
| VI. PENUTUP.....                                                             | 61  |
| VII. UCAPAN TERIMA KASIH.....                                                | 63  |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                          | 67  |
| DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....                                                 | 77  |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....                                                   | 101 |



## DAFTAR GAMBAR

|              |                                                                                                                                                                    |    |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1   | Produksi Udang di Indonesia Periode Tahun 2019-2023 .....                                                                                                          | 15 |
| Gambar 2.2   | Calon Induk Udang Windu $F_1$ SPF Hasil Domestikasi yang Diproduksi dari Pembesaran di Tambak.....                                                                 | 17 |
| Gambar 3.1   | Ilustrasi Sederhana Model Lokasi Virion pada Permukaan dan Nukleokapsid WSSV.....                                                                                  | 27 |
| Gambar 3.2   | Fragmen DNA Gen Pengkode VP15 (A) dan Urutan Nukleotida dan Deduksi Asam Amino VP-15 (B) dari Udang Windu .....                                                    | 28 |
| Gambar 3.3   | Sintasan Udang Windu yang Diberi Vaksin dsRNA VP15 <i>In Vitro</i> dan <i>In Vivo</i> Pasca Uji Tantang dengan WSSV.....                                           | 30 |
| Gambar 3.4   | Verifikasi Pertumbuhan Bakteri Rekombinan pada Media Agar (a) dan Plasmid DNA-dsRNA (b) setelah Diterapkan Metode <i>Heat-Killed Bacteria</i> pada Suhu 80°C ..... | 31 |
| Gambar 3.5   | Sintasan Kumulatif Udang Windu yang Diberi Pakan dsRNA VP15 Melalui Vaksinasi Oral Setelah Uji Tantang dengan WSSV .....                                           | 32 |
| Gambar 3.6   | Peta Konstruksi Gen ProAV-EGFP-PolyA yang Digunakan dalam Riset Transgenesis Udang Windu ...                                                                       | 37 |
| Gambar 3.7   | Hasil Cracking, Analisis PCR Konstruksi Gen ProAV-EGFP, dan Plating Klon Bakteri .....                                                                             | 38 |
| Gambar 3.8   | Peta Konstruksi Gen ProAV-PmAV-PolyA yang Digunakan dalam Riset Transgenesis Udang Windu ...                                                                       | 39 |
| Gambar 3.9   | Hasil Cracking, Analisis PCR Konstruksi Gen ProAV-PmAV, dan Plating Klon Bakteri .....                                                                             | 39 |
| Gambar 3.10. | Ekspresi Gen Antivirus <i>PmAV</i> pada Embrio dan Larva Udang Windu .....                                                                                         | 40 |

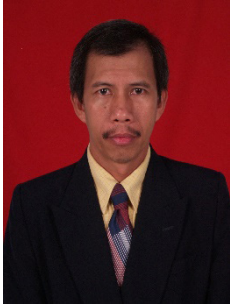
|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.11 Sintasan Larva Udang Windu 5 Hari Pasca Uji Tantang dengan WSSV .....                                                                                         | 42 |
| Gambar 3.12 Ekspresi Gen Antivirus <i>PmAV</i> pada Hepatopankreas Larva Udang Windu yang Ditantang dengan WSSV...                                                        | 43 |
| Gambar 3.13 Penampilan Secara Morfologi Larva Transgenik (A) dan Non-Transgenik (B) Udang Windu Umur 47 Hari.....                                                         | 44 |
| Gambar 3.14 Perbandingan THC (A), Aktivitas proPO (B) dan Konsentrasi RNA (C) Antara Udang Windu Transgenik dengan Non-Transgenik Pasca Uji Tantang Menggunakan WSSV..... | 46 |

## DAFTAR TABEL

|           |                                                                                                                                                 |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 | Progres Riset Transgenesis pada Ikan di Indonesia.....                                                                                          | 35 |
| Tabel 3.2 | Daya Tetas, Telur Berpendar, dan Deteksi DNA-RNA<br>pada Udang Windu Hasil Transfeksi Konstruksi Gen<br>ProAV-EGFP dan ProAV- <i>PmAV</i> ..... | 41 |



## BIODATA RINGKAS



**Andi Parenrengi**, lahir di Cakkela (Bone), pada tanggal 18 Agustus 1967 adalah anak ke-4 dari Bapak H. Andi Mangumpara (alm.) dan Ibu Hj. Andi Mukmin (almh.). Menikah dengan Hj. Andi Rasmawati, S.KM. M.Kes dan dikaruniai 3 (tiga) orang anak, yaitu Andi Dhiya Aqilah Parasetia, S.Kep, Ners, Andi Muhammad Atailah Asyraf, S.P, dan Andi Alifiah Aldilah

Islamiah.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 2/M Tahun 2023 tanggal 9 Januari 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama pada Badan Riset dan Inovasi Nasional terhitung mulai 25 Januari 2023.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 137/I/HK/2025 tanggal 25 Juni 2025 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri 283 Cakkela pada tahun 1980, Sekolah Menengah Pertama Negeri Palattae pada tahun 1983, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 372 Mara pada tahun 1986. Memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Universitas Hasanuddin pada tahun 1991, gelar Magister *Fisheries and Wildlife* dari Universiti Putra Malaysia pada tahun 2001, dan

gelar Doktor bidang Ilmu Akuakultur dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2010.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: *The intensive training program on the quantitative genetics to aquaculture* di Filipina (1995), *Training on quantitative genetics and selective breeding* di Sukamandi/Indonesia (1996), *Training on coastal aquaculture technology* di Korea (2004), *Advanced seminar on fisheries and aquaculture* di Spanyol (2006), *Inhouse training research product review: genomic, proteomics and cell analysis* di Maros (2018), *workshop of molecular methods for macroalga identification* di Maros (2019), *DNA barcoding and genetic analysis online course* di Bogor (2020), *training penggunaan alat 7500 fast real-time polymerase chain reaction* di Maros (2021), *workshop pelatihan pembacaan hasil analisis sekuensing dan evaluasi nukleotida* di Maros (2022), *MII training course: ichthyology and fisheries science* di Aceh (2023), dan *workshop on eDNA metabarcoding and genomics* di Makassar (2024).

Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Sub Seksi Program Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai (2003–2007) dan Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (2012–2016).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Asisten Peneliti Muda golongan III/a tahun 1995, Ajun Peneliti Muda golongan III/b tahun 1998, Ajun Peneliti Muda golongan III/c tahun 2000, Peneliti Ahli Muda golongan III/d tahun 2005, Peneliti Ahli Madya golongan IV/a tahun 2010, Peneliti Ahli Madya golongan IV/b tahun 2012, Peneliti Ahli Madya golongan IV/c tahun 2016, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan

IV/d bidang Perikanan Budidaya, Pemuliaan dan Genetika tahun 2023.

Menghasilkan 142 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 57 KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti, pembimbing skripsi (S-1) pada Universitas Hasanuddin, pembimbing tesis (S-2) pada Universitas Hasanuddin dan Universitas Brawijaya; pembimbing disertasi (S-3) pada Universiti Putra Malaysia; serta penguji disertasi (S-3) pada Universitas Hasanuddin dan Institut Pertanian Bogor.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI) Pusat (2004–sekarang), dewan pakar MAI Korda Sulsel (2016–2019), dewan profesi dan pakar ISPIKANI Cabang Sulsel (2018–2022), anggota Himpenindo/PPI Pusat (2019–sekarang), dan tim pakar PPI Korda Sulsel (2022–sekarang).

Menerima tanda penghargaan Satyalancana Karya Satya X Tahun (2005), Satyalancana Wira Karya (2014), Satyalancana Karya Satya XX Tahun (2017), dan Satyalancana Karya Satya XXX Tahun (2022) dari Presiden Republik Indonesia.



## PRAKATA PENGUKUHAN

*Bismillaahirrahmaanirrahiim.*

*Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.*

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 25 Juni 2025 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“TEKNOLOGI RNAi DAN TRANSGENESIS TERHADAP  
PENGEMBANGAN INDUK DAN BENIH UNGGUL  
UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)”

Pada orasi ini, akan disampaikan *state of the art* tentang status potensi, peluang dan tantangan domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu di Indonesia serta aplikasi teknologi inovatif RNAi dan transgenesis sebagai solusi revolusioner, terutama dalam pengembangan induk dan benih unggul yang tahan terhadap penyakit dan memiliki karakteristik yang diinginkan. Selain itu, naskah orasi ini juga mengkaji perkembangan terbaru penerapan teknologi RNAi dan transgenesis pada udang

windu, serta mengidentifikasi tantangan yang harus diatasi untuk menjamin keberhasilan dan penerimaan yang luas dalam industri akuakultur. Pada bagian akhir, orasi ini merumuskan strategi riset dan kebijakan yang dibutuhkan untuk kemajuan pengembangan budi daya udang windu di masa depan

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang pentingnya pengembangan strategi riset dan kebijakan yang berkelanjutan untuk memastikan keberhasilan penerapan teknologi modern seperti teknologi RNAi dan transgenesis dalam upaya keberlanjutan pemuliaan udang windu dalam menghasilkan induk dan benih unggul untuk mengembalikan kejayaan budi daya udang windu di Indonesia.

## I. PENDAHULUAN

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan spesies asli (*indigenous species*) Indonesia dan sebagai komoditas utama sumber pendapatan devisa negara dari sektor perikanan. Penetapan udang windu sebagai komoditas strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) memiliki nilai positif dalam pengembangan udang windu di Indonesia. Pemerintah telah melakukan berbagai upaya dalam mengakselerasi pengembangan udang windu melalui dukungan riset potensi penangkapan dan budi daya, daya dukung dan kesesuaian lahan, pendampingan teknologi, serta bantuan sarana dan prasarana pembenihan dan pembesaran. Produksi udang windu yang berkelanjutan harus didukung dengan penyediaan induk dan benih bermutu tinggi dalam jumlah yang cukup untuk mengantisipasi keterbatasan dan ketergantungan induk dari alam. Oleh karena itu, benih unggul udang windu baik *specific pathogen free* (SPF) maupun *specific pathogen resistance* (SPR) didapatkan melalui kegiatan domestikasi dan pemuliaan, sementara kegiatan budi daya digunakan untuk menguji kualitas genetik populasi/famili/*lines* setiap generasi sebelum dilakukan rilis/klaim nilai *genetic gain* yang dihasilkan.

Salah satu tantangan terbesar pengembangan udang windu adalah serangan penyakit. Penyakit akibat bakteri maupun virus merupakan kendala utama pembenihan dan pembesaran udang windu di Indonesia dan negara-negara produsen udang windu dunia. Patogen yang umum menyerang udang windu adalah bakteri *Vibrio* spp. (*luminescent bacteria*) yang menyebabkan

penyakit vibriosis dan *white spot syndrome virus* (WSSV) yang menyebabkan penyakit bintik putih. Penyakit bintik putih merupakan jenis penyakit paling serius penyebab berbagai kasus kematian udang windu yang sampai saat ini belum dapat ditanggulangi secara tuntas (Parenrengi et al., 2022). Kasus penyakit bintik putih tidak hanya ditemukan di Indonesia, tetapi juga terjadi secara global di negara-negara produsen udang windu di dunia. Kerugian ekonomi global akibat penyakit bercak putih diperkirakan mencapai USD 21 miliar sejak tahun 1992, dengan kerugian tahunan sebesar USD 1 miliar, yang hampir sepersepuluh dari total produksi global (Millard et al., 2021).

Produksi larva merupakan langkah awal yang harus menjadi pusat perhatian dalam upaya penyediaan benih untuk budi daya dan dalam rangka merakit kegiatan domestikasi dan pemuliaan. Produksi larva SPF merupakan keharusan dalam upaya pencegahan tersebarnya penyakit dari hatcheri ke tambak pembesaran. Domestikasi udang windu masih menghadapi masalah rendahnya kualitas reproduksi induk betina dan jantan yang dihasilkan, sehingga sangat diperlukan riset dan inovasi terkait upaya perbaikan kualitas induk. Meskipun induk udang windu yang dihasilkan dari tambak pembesaran dapat memijah, telur yang dihasilkan umumnya tidak dapat menetas, yang disebabkan kualitas sperma jantan yang belum berkembang sempurna. Spermatofor yang belum matang menyebabkan induk udang windu tidak dapat melakukan perkawinan secara alami baik di tambak maupun di bak terkontrol. Salah satu upaya untuk meningkatkan mutu induk udang windu yang dapat dilakukan, antara lain dengan induksi hormon (Lante et al., 2024; Mulyaningrum et al., 2021; Rosmiati et al., 2022) dan pemberian ekstrak herbal (Parenrengi et al., 2024; Suryati et al., 2021, 2024). Selain itu, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah penggunaan probiotik untuk menghasilkan benih yang

berkualitas dengan produksi larva yang memadai. Sampai dengan tahun 2018, aplikasi probiotik RICA dalam bentuk cair dan tepung telah memperlihatkan hasil yang menggembirakan pada produksi larva udang windu di hatcheri (Parenrengi, et al., 2020).

Secara umum penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan (litbangjirap) terkait produksi benih dan calon induk SPF telah memberikan dukungan positif untuk domestikasi udang windu. Selain pendekatan SPF, kegiatan domestikasi udang windu juga sangat memerlukan dukungan litbangjirap yang dapat menghasilkan induk SPR melalui peningkatan resistansinya terhadap patogen. Oleh karena itu, pengembangan bioteknologi modern seperti teknologi *RNA interference* (RNAi) dan transgenesis membuka peluang baru yang sangat potensial untuk diterapkan dalam merakit strain udang windu unggul, khususnya dalam peningkatan resistansinya terhadap serangan penyakit.

Teknologi RNAi berperan penting dalam memahami biologi molekuler udang, memungkinkan studi mendalam tentang regulasi genetik, respons imun, dan resistansi penyakit. Dengan menggunakan mekanisme alami RNAi untuk menekan ekspresi gen tertentu, teknologi ini membuka peluang pengendalian faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk udang windu seperti reproduksi, pertumbuhan, dan ketahanan penyakit. Di sisi lain, teknologi transgenesis menawarkan kemajuan besar dengan memungkinkan transfer gen spesifik ke udang windu, menghasilkan sifat-sifat yang diinginkan seperti pertumbuhan cepat, ketahanan penyakit, dan toleransi terhadap perubahan lingkungan. Dukungan teknologi RNAi dan transgenesis bersama-sama membuka peluang untuk mempercepat proses domestikasi, pemuliaan selektif, dan peningkatan budi daya udang windu secara berkelanjutan.

Domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu yang terus berkembang pesat telah menjadi fokus utama dalam industri akuakultur global. Upaya meningkatkan produktivitas, ketahanan, dan keberlanjutan populasi udang windu menghadapi tantangan yang membutuhkan solusi inovatif. Dalam konteks ini, teknologi RNAi dan transgenesis memiliki potensi besar sebagai alat yang efektif untuk mendukung akselerasi pengembangan udang windu.

Kegiatan domestikasi diawali dengan kebutuhan induk unggul dengan status sehat minimal SPF. Perbaikan selanjutnya dapat dilakukan dengan penerapan teknologi yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tubuh tinggi terhadap patogen penyebab penyakit atau SPR melalui proses pemuliaan (*genetic improvement*). Penerapan teknologi RNAi dan transgenesis merupakan alternatif strategis yang berpotensi digunakan untuk menanggulangi masalah penyakit dalam kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu. Teknologi RNAi memberikan solusi dalam meningkatkan resistansi melalui konstruksi gen *viral protein* (VP) baik secara *in vitro* maupun *in vivo* sebagai vaksin dsRNA secara injeksi atau oral melalui pakan. Sementara teknologi transgenesis dilakukan melalui konstruksi gen antivirus dan introduksinya melalui transfer ke embrio. Kedua teknologi tersebut dapat diaplikasikan pada kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu.

Keberhasilan domestikasi menjadi acuan dalam pelaksanaan kegiatan pemuliaan yang diharapkan dapat berdampak pada peningkatan produksi budi daya dan secara tidak langsung membantu kelestarian udang windu melalui peningkatan populasi alam (*stock enhancement*). Selain itu, kegiatan domestikasi dan pemuliaan dapat mempercepat berkembangnya teknologi perbenihan yang pada akhirnya meningkatkan produksi larva dan calon induk udang windu unggul.

Naskah orasi ini menyajikan status pengembangan udang windu di Indonesia terkait dengan potensi, tantangan dan permasalahan domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu. Eksplorasi potensi revolusioner aplikasi teknologi RNAi dan transgenesis dalam konteks dukungan terhadap pengembangan induk dan benih udang windu disampaikan secara ilmiah berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan. Selain itu, naskah orasi ini juga meninjau kemajuan terkini dalam penerapan kedua teknologi tersebut pada udang windu serta tantangan yang perlu diatasi untuk memastikan keberhasilan dan penerimaan luas di industri akuakultur. Akhir naskah orasi ini merumuskan strategi riset dan kebijakan yang diperlukan di masa depan dalam mewujudkan kejayaan kembali budi daya udang windu di Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## **II. STATUS PENGEMBANGAN UDANG WINDU DI INDONESIA**

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan potensi kelautan dan perikanan yang melimpah, dan salah satu komoditas unggulannya adalah udang windu. Potensi udang windu di Indonesia sangat besar, baik dari segi nilai ekonomi maupun peluang pasar internasional. Sementara itu, proses domestikasi dan pemuliaan menjadi kunci penting dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas induk dan benih udang windu untuk budi daya. Oleh karena itu, perlu upaya untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu. Meskipun industri udang memiliki potensi besar, berbagai kendala seperti penyakit, perubahan lingkungan, dan keterbatasan teknologi tetap menjadi tantangan yang perlu diatasi untuk menghasilkan induk dan benih unggul.

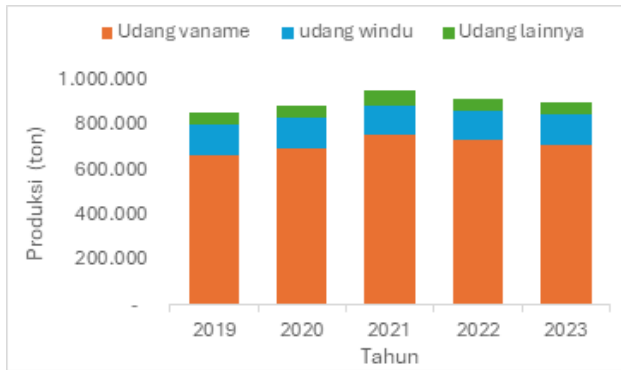
### **A. Potensi Udang Windu di Indonesia**

Udang windu merupakan salah satu spesies krustasea yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia (Rosmiati et al., 2022). Faktor yang mendukung potensi tersebut, antara lain adalah kondisi geografis yang sesuai untuk budi daya, permintaan pasar lokal maupun internasional yang tinggi, peluang terciptanya perbaikan teknologi budi daya, dan adanya dukungan pemerintah dalam pengembangan sektor perikanan termasuk budi daya udang melalui kebijakan, insentif, dan program-program pendukung lainnya (Parenrengi, et al., 2021).

Total produksi udang (termasuk udang windu) di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 941.647 ton, dimana terjadi

peningkatan 9,1% dibandingkan tahun 2019 (sebesar 863.119 ton), tetapi mengalami penurunan sebesar -1,2% dibandingkan tahun 2021 (sebesar 953.177 ton), dimana pada tahun tersebut merupakan produksi udang tertinggi dalam kurung waktu 2019-2023 (KKP, 2025). Upaya peningkatan produksi udang tetap dilakukan terus-menerus melalui program terobosan KKP. Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa produksi udang vaname mendominasi produksi udang nasional (78,5-81,2%) untuk periode 2019-2023 dengan rata-rata produksi 787.208 ton/tahun, kemudian disusul udang windu 115.870 ton/tahun, dan udang jenis lainnya sebesar 55.470 ton/tahun.

Indonesia memiliki potensi besar dalam industri perikanan, termasuk dalam bisnis ekspor udang windu sehingga ekspor udang windu merupakan salah satu sumber devisa negara. Sebagai salah satu produsen utama udang windu di dunia, Indonesia mengeksport komoditas udang windu sekitar 50% ke berbagai negara seperti Amerika Serikat, Jepang, dan Uni Eropa. Berdasarkan data KKP (2025), produksi udang windu di Indonesia pada tahun 2019, 2020, 2021, 2022, dan 2023 adalah masing-masing sebesar 133.187 ton, 133.237 ton, 133.676 ton, 128.617 ton, dan 120.583 ton atau sekitar 12,8-15,4% dari total produksi udang nasional. Produksi udang windu relatif stagnan bahkan cenderung menurun setelah tahun 2021 yang diduga akibat adanya serangan penyakit khususnya vibriosis dan bintik putih serta akibat lain seperti degradasi lingkungan dan pengalihan budi daya ke udang vaname.



Sumber: KKP (2025)

**Gambar 2.1** Produksi Udang di Indonesia Periode Tahun 2019-2023

Selain Sulawesi Selatan, Lampung juga dikenal sebagai salah satu sentra utama budi daya udang windu sejak tahun 1990-an. Namun, sejak sekitar 2016, sebagian besar petambak beralih ke udang vaname karena pertumbuhannya lebih cepat dan risiko gagal panen lebih rendah (Rahayu et al., 2020). Produksi udang windu di Halmahera Selatan sempat meningkat pesat menjelang 2020 yang didukung kondisi perairan yang baik, meskipun data spesifik pasca-pandemi belum tersedia. Sementara itu, di Jawa Timur, pembenihan udang windu menunjukkan hasil yang menggembirakan, berkat penerapan teknologi biosekuriti dan kemitraan dengan lembaga riset. Meskipun memiliki potensi besar, budi daya udang windu masih diperhadapkan pada beberapa tantangan, seperti kualitas larva dan induk, serangan penyakit, perubahan iklim, dan keberlanjutan lingkungan (Parenrengi, et al., 2021). Dengan pengelolaan yang baik dan penerapan teknologi perbenihan dan budi daya yang tepat, pengembangan udang windu di Indonesia

masih sangat menjanjikan melalui program domestikasi dan pemuliaan di masa mendatang.

## **B. Perkembangan Domestikasi, Pemuliaan, dan Budi Daya Udang Windu**

Keberhasilan domestikasi udang windu di Australia telah memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan budi daya udang windu SPF (Coman et al., 2013). Di Indonesia, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3) Maros-KKP telah melakukan perakitan komponen teknologi domestikasi udang windu di tambak dan bak terkontrol, yang telah berhasil memproduksi induk udang windu SPF asal tambak (Gambar 2.2). Perakitan teknologi domestikasi udang windu telah dilakukan, termasuk di antaranya adalah teknologi pematangan induk asal tambak (Lante et al., 2012), performa reproduksi induk jantan hasil domestikasi di tambak (Lante et al., 2014), produksi calon induk menggunakan resirkulasi berdasar pasir (Tonnek et al., 2012), produksi calon induk di tambak dan bak terkontrol (Suwoyo et al., 2020) serta teknologi produksi larva dari beberapa sumber induk berbeda (Nawang et al., 2014, 2024). Domestikasi udang windu yang dilakukan di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara-KKP dalam kurung waktu 2008-2016 menunjukkan hasil yang cukup menggembirakan dengan pencapaian generasi ke-5 ( $F_5$ ). Meskipun keberhasilan domestikasi udang windu tersebut sampai saat ini belum mendapatkan persetujuan rilis dari KKP, tetapi performa induk udang windu hasil domestikasi memperlihatkan hasil yang cukup signifikan dalam pertumbuhan dan reproduksinya (Soleh et al., 2012).



Foto: BRPBAP3, KKP

**Gambar 2.2** Calon Induk Udang Windu  $F_1$  SPF Hasil Domestikasi yang Diproduksi dari Pembesaran di Tambak

Populasi calon induk udang windu dari perairan Aceh merupakan yang umum digunakan sebagai populasi dasar untuk kegiatan domestikasi di Indonesia. Pemilihan tersebut dengan alasan keragaman genetik terbaik pada populasi Aceh tersebut, kemudian disusul dengan populasi dari Timika (Papua), Pangandaran (Jawa Barat), Selayar (Sulawesi Selatan), Sumbawa (Nusa Tenggara Barat), Bali (Bali), Madura (Jawa Timur), Tarakan (Kalimantan Timur), dan Cilacap (Jawa Tengah) (Sugama et al., 2002). Karakterisasi genetik induk udang windu merupakan langkah awal dalam melanjutkan program domestikasi dan pemuliaan. Keberhasilan domestikasi merupakan peluang besar untuk melakukan peningkatan karakter penting seperti pertumbuhan dan ketahanan penyakit, yang dapat dirakit dalam kegiatan pemuliaan.

Domestikasi dan pemuliaan udang windu berbasis teknologi RNAi dan transgenesis dapat diawali dengan melakukan analisis morfologi dan genetik untuk mendapatkan konfirmasi kepastian nama spesies dan keragaman genetik sebagai

dasar pemilihan populasi induk untuk kegiatan domestikasi. Khusus untuk tujuan SPR, maka domestikasi dapat diawali dengan melakukan analisis marker DNA ketahanan penyakit pada populasi yang dipilih, seperti marker SCAR (*sequence characterized amplified region*) dan mikrosatelit (Tenriulo et al., 2012, 2014). Domestikasi dan pemuliaan udang windu harus didukung dengan penguasaan teknologi perbenihan khususnya pematangan induk dan produksi larva. Pematangan induk yang diproduksi dari pembesaran di tambak memiliki kendala dalam hal reproduksi induk baik jantan maupun betina, sehingga perlu adanya riset dan inovasi perbaikan kualitas calon induk melalui induksi eksternal, misalnya menggunakan hormon (Lante et al., 2024; Mulyaningrum et al., 2021; Rosmiati et al., 2022) dan bahan ekstrak herbal melalui injeksi dan pakan (Parenrengi et al., 2024; Suryati et al., 2021), serta perkawinan induk melalui inseminasi buatan (Lante et al., 2018). Aplikasi dosis optimal hormon  $17\alpha$ -metil testosteron 200-300 ng/100 g bobot badan dengan frekuensi empat kali injeksi mampu meningkatkan performa reproduksi induk udang windu jantan, pemberian ekstrak herbal berupa *juvenile hormone* (JH) dari *Cyprus rhizome* dengan dosis 100  $\mu$ g/g bobot badan induk atau serotonin ekstrak dosis 50  $\mu$ g/g bobot badan dengan 4 kali pengaplikasian dapat memberikan respons yang baik terhadap perkembangan vitellogenin dan spermatogenin calon induk udang windu. Sementara itu, aplikasi teknologi inseminasi buatan memberikan harapan baru dalam menghasilkan telur fertil sehingga masalah rendahnya derajat perkawinan induk udang windu dapat diatasi.

Pengembangan udang windu terus berjalan dengan fokus pada peningkatan produksi, kualitas, keberlanjutan, dan efisiensi. Beberapa perkembangan penting dalam hal domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu, antara lain: seleksi genetik, teknologi pembenihan unggul, inovasi

dalam sistem budi daya, manajemen penyakit, keberlanjutan lingkungan, dan peningkatan kualitas produk (Parenrengi, et al., 2021). Perkembangan budi daya udang windu relatif tidak signifikan dibandingkan dengan penerapan sistem budi daya pada udang vaname. Budi daya udang windu umumnya dilakukan di ekosistem air payau dengan pertimbangan tingkat pertumbuhannya yang cepat dan toleransinya terhadap salinitas yang relatif luas.

Sulawesi Selatan menjadi salah satu provinsi yang tercatat dalam sejarah budi daya udang windu di Indonesia, sebab budi daya udang windu di tambak mulai dilakukan di Kabupaten Jeneponto pada tahun 1962, dan setelahnya mulai tahun 1972 baru dilakukan budi daya udang ini di Pulau Jawa (Mustafa et al., 2021). Kejayaan budi daya udang windu di Sulawesi Selatan dirasakan pada tahun 1980-1990 dan kemudian menurun akibat adanya serangan penyakit dan penurunan kualitas lingkungan. Untuk menggairahkan kembali budi daya udang windu, Gubernur Sulawesi Selatan melalui Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Sulawesi Selatan telah meluncurkan program tahun 2018-2023 dengan tema mengembalikan kejayaan udang windu di Sulawesi Selatan.

Sebagian besar produksi udang windu di Indonesia berasal dari budi daya tambak dengan teknologi tradisional dan tradisional plus yang dinilai selaras dengan keberlanjutan usaha dan lingkungan. Sistem budi daya udang windu di Indonesia masih didominasi oleh dua kategori, yakni monokultur dan polikultur. Sistem monokultur dikenal dengan pemeliharaan satu spesies dalam satu tambak budi daya. Pada budi daya udang windu secara monokultur diperoleh hasil rata-rata bobot, rata-rata sintasan, produktivitas, dan FCR udang windu yang dibudidayakan selama 80 hari adalah 14,29-40,00 g/ind.,

27,57%-66,67%, 90,1-800,0 kg/ha/musim, dan 0,54:1-2,10 (Mustafa et al., 2021). Sementara itu, polikultur udang windu umumnya dilakukan dengan rumput laut *Gracilaria* spp., ikan bandeng dan nila, dimana produksi udang windu dapat mencapai 118-280,6 kg/ha/musim, rumput laut 100-3,372 kg kering/ha, ikan bandeng 153,8-210 kg/ha/musim, dan nila 200-310 kg/ha/musim (Mangampa, 2014). Pengembangan polikultur udang windu tersebut telah dilakukan untuk mendukung keseimbangan ekosistem melalui konsep budi daya multitropik terpadu atau *integrated multi tropic aquaculture* (IMTA). Sistem IMTA memanfaatkan berbagai organisme akuatik seperti ikan, rumput laut, atau moluska dalam satu sistem budi daya. Limbah dari satu organisme dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi organisme lain sehingga menghasilkan penggunaan sumber daya yang lebih efisien (Mangampa et al., 2012). Implementasi IMTA untuk budi daya udang windu juga membuka potensi untuk pengembangan praktek budi daya yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Namun, kesuksesan menerapkan IMTA dibutuhkan pengetahuan dan keterampilan khusus dalam manajemen sistem budi daya dan pemahaman yang mendalam tentang interaksi antar organisme yang dibudidayakan secara terintegrasi.

### **C. Tantangan Domestikasi, Pemuliaan, dan Budi Daya Udang Windu**

Meskipun terdapat potensi besar dalam pengembangan udang windu ke depan, kegiatan domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu masih menghadapi beberapa permasalahan, antara lain: ketersediaan benih/induk berkualitas, penyakit, kualitas lingkungan, sumber daya, teknologi perbenihan dan budi daya.

Penyediaan benih udang windu unggul menjadi tantangan utama dalam memulai kegiatan domestikasi dan pemuliaan.

Produksi benih yang konsisten dan berkualitas tinggi menjadi kunci dalam mendukung kelangsungan usaha budi daya. Dalam rangka mendukung kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu, kebutuhan calon induk udang yang berasal dari alam dan tambak semakin meningkat, namun kendala yang dihadapi adalah rendahnya kualitas induk tersebut. Induk jantan umumnya tidak membawa spermatofora, sedangkan induk betina agak sulit untuk bertelur dan menghasilkan larva (Lante et al., 2018; Mulyaningrum et al., 2021; Rosmiati et al., 2022; Suryati et al., 2021).

Kendala dalam pengembangan domestikasi induk adalah lamanya waktu untuk menghasilkan induk matang gonad. Produksi calon induk udang windu yang matang gonad dengan kualitas baik dari pembesaran di tambak membutuhkan waktu sekitar 15 bulan (Soleh et al., 2012), sehingga untuk menghasilkan keturunan generasi selanjutnya memerlukan waktu kurang lebih dua tahun. SNI induk udang windu tahun 2006 (01-6142) mengisyaratkan bahwa umur dan ukuran induk udang windu adalah lebih dari 1 tahun dengan ukuran induk betina  $\geq 100$  g dan jantan  $\geq 70$  g. Kendala lain dalam proses perbenihannya adalah penggunaan induk produktif yang relatif singkat, hanya sampai dengan 3 kali re-maturasi, karena pemijahan selanjutnya cenderung menghasilkan kualitas telur yang kurang baik. Proses tersebut hanya berlangsung sekitar 2 bulan dan setelah itu, induk harus diafkir atau diganti dengan induk baru. Hasil riset menunjukkan bahwa perkawinan induk di tambak maupun di bak terkontrol merupakan kendala utama dalam pematangan dan produksi telur yang fertil. Oleh karena itu salah satu teknologi yang perlu diterapkan dalam pematangan induk adalah

inseminasi buatan, yang telah berhasil diaplikasikan pada calon induk udang windu (Lante et al., 2014).

Serangan penyakit merupakan salah satu permasalahan utama pada industri budi daya udang umumnya dan windu khususnya penyakit akibat serangan virus dan bakteri. Penyakit bintik putih merupakan penyakit udang yang paling serius dan sampai sekarang masih belum ditemukan metode yang tepat dalam penanggulangannya (Parenrengi, Tenriulo, Suryati, et al., 2022). Penyakit tersebut dapat menyebabkan kematian massal udang di pembenihan dan pembesaran yang mengakibatkan kerugian ekonomi bagi pembenih dan pembudi daya.

Selain tahan penyakit, benih unggul yang tahan terhadap stres lingkungan sangat penting dihasilkan untuk menghadapi perubahan iklim (*climate change*). Penurunan kualitas lingkungan akibat pencemaran air, termasuk limbah budi daya, perubahan suhu, salinitas yang tidak stabil, dan peningkatan tingkat keasaman air dapat memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan udang (Mustafa et al., 2021). Masalah lainnya seperti perubahan iklim dapat menyebabkan ketidakstabilan cuaca dan lingkungan, yang berpotensi mengganggu kegiatan budi daya udang. Kenaikan suhu air laut, cuaca ekstrim, dan fluktuasi pola musim juga dapat berdampak negatif terhadap produksi udang. Penyesuaian teknologi dan sumber daya yang merupakan salah satu kendala yang dihadapi pada lokasi budi daya yang terpencil. Keterbatasan teknologi yang diperlukan untuk budi daya udang dapat menjadi hambatan di beberapa daerah. Selain itu, keterbatasan sumber daya, seperti akses terhadap air bersih, infrastruktur yang memadai, dan akses pasar juga merupakan hambatan yang perlu diatasi.

Semua hambatan tersebut merupakan tantangan dalam melakukan riset dan inovasi ke depan termasuk dalam

pengembangan teknologi RNAi dan transgenesis agar lebih efektif dan efisien (Parenrengi, et al., 2021; Parenrengi et al., 2022). Penanganan tantangan tersebut memerlukan pendekatan holistik dan kolaboratif yang melibatkan para pembudi daya, akademisi, pemerintah, swasta, dan pemangku kepentingan lainnya. Inovasi dalam teknologi budi daya, manajemen risiko penyakit, praktek budi daya baik yang berkelanjutan, dan edukasi bagi pembenih atau pembudi daya dapat membantu mengatasi berbagai tantangan dalam budi daya udang windu. Oleh karena itu, industri budi daya udang windu harus terus mengembangkan teknologi dan praktek manajemen yang lebih baik untuk meningkatkan keberlanjutan produksi dan mengurangi dampak lingkungan negatif. Riset dan inovasi juga harus berperan penting dalam pengembangan bibit unggul, pakan yang lebih efisien, serta sistem budi daya yang ramah lingkungan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

### III. TEKNOLOGI RNAi DAN TRANSGENESIS UNTUK PENGEMBANGAN UDANG WINDU

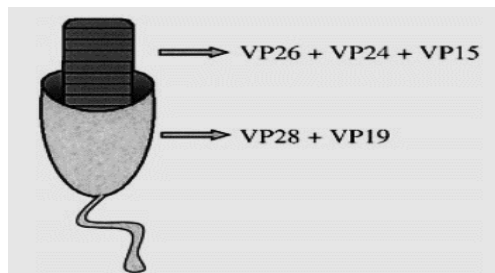
Dukungan riset dan inovasi dalam pengembangan udang windu sangat diperlukan baik teknologi konvensional maupun teknologi modern. Dukungan teknologi modern seperti teknologi RNAi dan transgenesis memiliki keunggulan dalam kebaruan (*novelty*) yang tinggi dan pemecahan masalah yang lebih cepat dan akurat. Riset RNAi merupakan teknologi yang relatif baru dikembangkan dan riset transgenesis udang windu berbasis *all-shrimp gene construct* merupakan teknologi yang pertama kali dilakukan di Indonesia dan bahkan di dunia.

#### A. Aplikasi Teknologi RNAi

Penerapan bioteknologi modern dalam mengatasi masalah penyakit pada krustasea sudah mulai dilakukan dengan berbagai pendekatan, dalam rangka menghasilkan larva SPF dan SPR (Parenrengi et al., 2023) yang merupakan syarat mutlak dalam pengembangan domestikasi dan pemuliaan. Diawali dengan penggunaan penaeidin yang mampu meningkatkan resistansi pada udang vaname *Litopenaeus vannamei*, peningkatan respons imun pada vaname juga telah berhasil dilakukan dengan menerapkan teknologi RNAi (Saksmerprome et al., 2009). Saat ini, teknologi RNAi dianggap sebagai respons antivirus udang yang efisien, dimana RNAi berbasis siRNA, yang pertama kali dikenal sebagai respons antivirus hewan untuk melawan virus RNA, dan selanjutnya telah dikembangkan sebagai strategi antivirus yang efisien melawan infeksi virus DNA dan RNA (Gong & Zhang, 2021).

Teknologi RNAi telah menjadi salah satu pendekatan baru dalam riset dan inovasi di berbagai bidang ilmu hayati, termasuk dalam pembenihan dan pembesaran (budi daya) udang windu (Parenrengi, et al., 2017; Tenriulo et al., 2022). Perakitan teknologi RNAi merupakan salah satu upaya pembentukan udang windu yang tahan penyakit sebagai salah satu kendala utama dalam pengembangan domestikasinya. RNAi dapat digunakan sebagai strategi pengendalian penyakit dengan cara menargetkan dan menonaktifkan gen-gen virulensi patogen yang terlibat dalam infeksi penyakit tertentu pada krustasea (*penaeid shrimp*) (Labreuche & Warr, 2013). Aplikasi RNAi merupakan pengembangan iptek dari metode vaksin konvensional terdahulu, sehingga teknologi RNAi meningkatkan resistansi atau ketahanan tubuh umumnya menggunakan pendekatan vaksinasi DNA yang dikenal dengan istilah untai ganda RNA (*double-stranded* RNA, dsRNA). Induksi respons imun pada udang melalui metode vaksinasi dengan menggunakan rekombinan protein WSSV telah dilaporkan pada udang *P. chinensis* (Kim et al., 2004), dan aplikasi antivirus dsRNA pada udang *L. vannamei* (Robalino et al., 2004). Keberhasilan tersebut dapat menjadi acuan dalam menerapkan RNAi pada udang windu sebagai spesies asli Indonesia dalam mendukung domestikasi dan pemuliaannya. Pada kenyataannya, pengembangan pembenihan dan pembesaran udang windu dihadapkan pada masalah penyakit termasuk penyakit bakteri dan virus. Penyakit virus bitnik putih merupakan penyakit yang paling mematikan dan memiliki efek kuat dalam menggagalkan program domestikasi dan pemuliaan udang windu khususnya dalam menghasilkan generasi lanjutan. Penyakit bintik putih disebabkan oleh infeksi WSSV yang melibatkan gen-gen virulensi yakni gen pengkode *viral protein* (VP). Keberadaan VP tersebut menyebabkan WSSV bersifat sangat patogen pada udang windu. Lima protein struktural utama

VP dari WSSV yang teridentifikasi sebagai gen virulensi yang berperan dalam penyakit bintik putih, yakni VP28 dan VP19 yang berada pada permukaan dan VP26, VP24, dan VP15 yang berada pada nukleokapsid (Van Hulten et al., 2002) (Gambar 3.1).

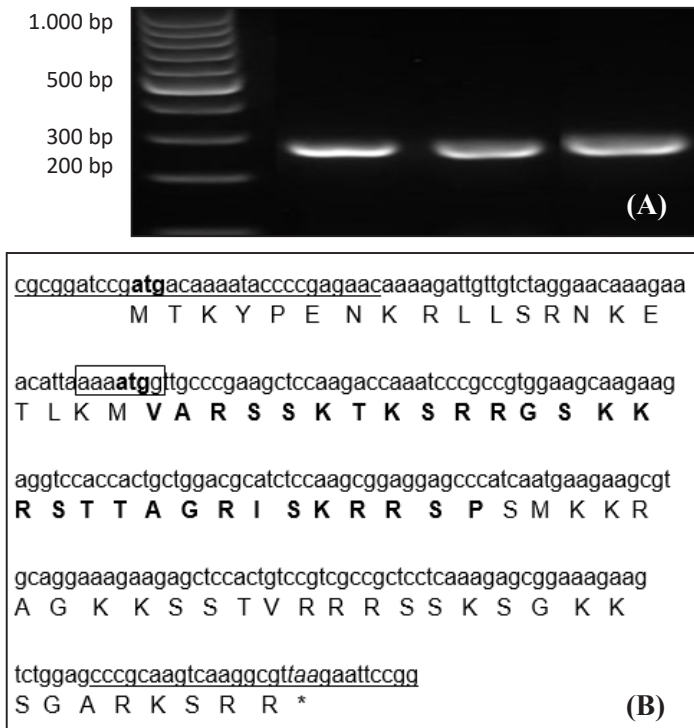


Sumber: Van Hulten et al. (2002)

**Gambar 3.1** Ilustrasi Sederhana Model Lokasi Virion pada Permukaan dan Nukleokapsid WSSV

Isolasi dan karakterisasi gen virulensi merupakan tahap yang harus dilakukan dalam merakit teknologi RNAi. Keberhasilan isolasi dan karakterisasi gen pengkode VP24 (Tenriulo et al., 2015), VP15 (Parenrengi, et al., 2017) dan VP19 (Hidayani & Tassakka, 2016) merupakan langkah awal yang menggembirakan. Sehingga dapat dipastikan gen-gen pengkode VP tersebut bersifat virulensi dan memiliki keterlibatan dalam proses infeksi yang menimbulkan penyakit pada udang windu. Untuk melakukan riset yang lebih mendalam, maka riset difokuskan pada VP15 dan VP24. Kedua VP tersebut telah berhasil diisolasi dan karakterisasi untuk tujuan identifikasi berdasarkan sekuens nukleotida dan deduksi asam aminonya. Hasil isolasi dan karakterisasi VP15 menunjukkan panjang 243 bp dan dikode oleh 80 asam amino. Metionin (ATG) pertama

dari ORF ini tidak digunakan, karena berada dalam konteks Kozak yang tidak menguntungkan (TTCGATGA) untuk inisiasi penerjemahan yang efisien, sedangkan ATG kedua berada dalam konteks Kozak yang menguntungkan (AAAATGG). Urutan N-terminal juga dikonfirmasi dengan menunjukkan asam amino valin setelah ATG kedua (Gambar 3.2).



Sumber: Parenrengi et al. (2017)

Ket: Urutan primer *forward* dan *reverse* adalah nukleotida yang digarisbawahi, konteks Kozak yang diberi kotak, kodon awal dicetak tebal, dan kodon akhir dicetak miring, dan urutan N-terminal dikode dengan huruf asam amino tebal.

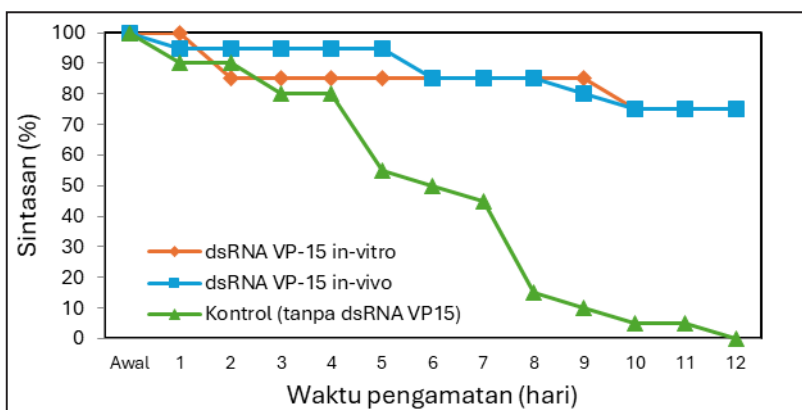
**Gambar 3.2** Fragen DNA Gen Pengkode VP15 (A) dan Urutan Nukleotida dan Deduksi Asam Amino VP-15 (B) dari Udag Windu

Gen pengkode VP24 dari WSSV juga telah berhasil diisolasi dan dikarakterisasi dari udang windu dengan panjang sekuens sekitar 641-648 bp. Hasil pensejajaran (*alignment*) menggunakan BLAST-N menunjukkan tingkat similaritas yang tinggi (>90%) bahkan beberapa sampel yang identik (100%) dengan gen pengkode VP24 yang ada di data base *GenBank* (Tenriulo et al., 2015).

Aplikasi teknologi RNAi khususnya vaksin dsRNA pada udang windu masih relatif terbatas dibandingkan dengan spesies lainnya. Perakitan vaksin dsRNA telah diawali dengan pembentukan konstruksi gen dengan menggunakan peomter T7 sebagai pengendali transkripsi. Produksi RNAi dalam bentuk vaksin dsRNA dapat diujicobakan ke udang windu baik pada larva maupun juvenil untuk keperluan hewan uji budi daya. Perakitan komponen teknologi vaksin dsRNA harus dikonstruksi dari hasil-hasil riset yang akurat. Komponen teknologi dsRNA telah tersedia, antara lain: produksi dsRNA secara *in vitro* dan *in vivo* (Parenrengi et al., 2019), aplikasi pada beberapa stadia larva, pentokolan dan pembesaran di tambak (Parenrengi, Lante, et al., 2021; Tenriulo et al., 2022), dosis optimal (Binayanti et al., 2019; Mulyaningrum et al., 2018; Parenrengi, et al., 2020; Parenrengi, et al., 2021), dan metode aplikasinya pada udang windu (Tenriulo et al., 2022).

Aplikasi dsRNA pada udang windu memperlihatkan sintasan dan respons imun yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa dsRNA (kontrol) baik pada metode injeksi maupun pada metode perendaman (Mulyaningrum et al., 2018; Parenrengi, et al., 2018; Parenrengi, et al., 2020; Parenrengi, Tenriulo, Mulyaningrum, et al., 2021). Parenrengi et al. (2019) melaporkan bahwa aplikasi dsRNA baik *in vitro* maupun *in vivo* berpengaruh nyata terhadap sintasan, *total haemocyte count* (THC) dan aktivitas

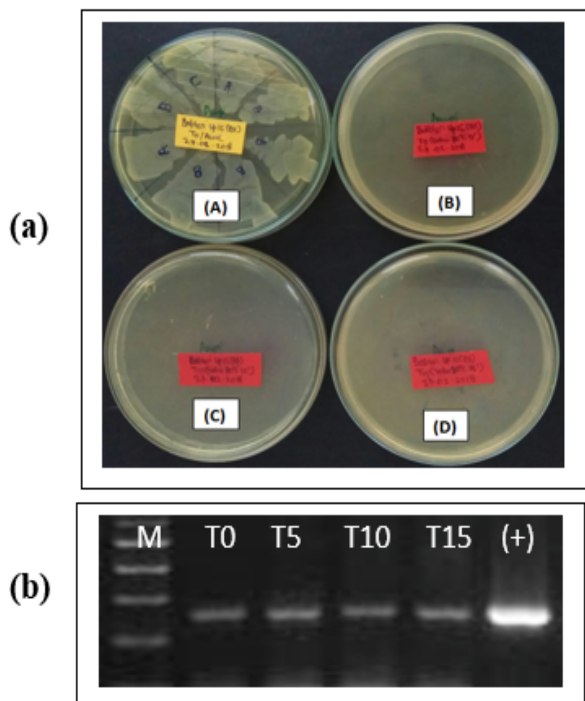
*prophenoloxidase* (proPO) udang windu, dimana peningkatan sintasan sebesar 75%, proPO sebesar 126%, dan THC sebesar 71,7% lebih tinggi dibandingkan dengan udang windu yang tidak diberi dsRNA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan dsRNA melalui injeksi *intra-muscular* yang diproduksi secara *in vivo* memiliki potensi pengembangan yang besar dalam upaya penanggulangan penyakit virus pada organisme akuakultur.



Sumber: Parenrengi et al. (2019)

**Gambar 3.3** Sintasan Udang Windu yang Diberi Vaksin dsRNA VP15 *In Vitro* dan *In Vivo* Pasca Uji Tantang dengan WSSV

Aplikasi vaksin dsRNA melalui oral vaksinasi memerlukan material biologi berupa bakteri rekombinan yang dilemahkan atau dimatikan. Bakteri rekombinan pembawa konstruksi gen promoter T7-dsRNA telah berhasil dilemahkan dengan metode *heat-killed bacteria* dalam waktu 5-15 menit tanpa merusak konstruksi gen dsRNA yang disisipkan (Parenrengi, Tenriulo, et al., 2020).

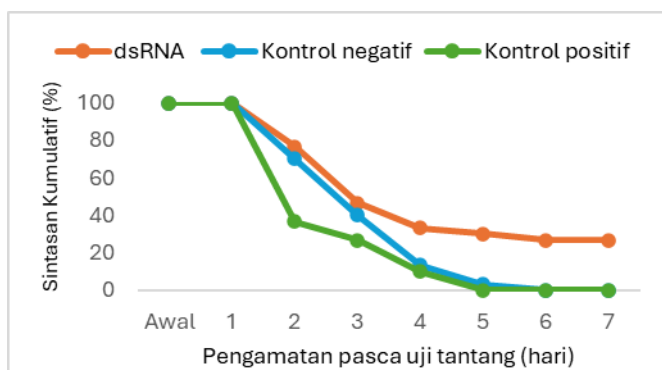


Sumber: Parenrengi et al. (2020)

Ket: (a): A=tanpa pemanasan sebagai kontrol; (B) pemanasan selama 5 menit; (C) pemanasan selama 10 menit; dan (D) pemanasan selama 15 menit dan (b): M=marker DNA; T0=tanpa pemanasan sebagai kontrol; T5=pemanasan selama 5 menit; T10= pemanasan selama 10 menit; T15= pemanasan selama 15 menit; dan (+)=kontrol positif

**Gambar 3.4** Verifikasi Pertumbuhan Bakteri Rekombinan pada Media Agar (a) dan Plasmid DNA-dsRNA (b) setelah Diterapkan Metode *Heat-Killed Bacteria* pada Suhu 80°C

Riset aplikasi dsRNA secara oral melalui pakan pelet udang telah dilakukan yang produksinya dilakukan secara *in vivo*, dengan pertimbangan bahwa produksi dsRNA lebih mudah dan dapat dilakukan secara massal dibandingkan dengan secara *in vitro*. Parenrengi et al. (2022) melaporkan bahwa penerapan vaksin dsRNA secara oral melalui pakan dapat meningkatkan sintasan dan respons imun udang windu. Sintasan udang windu yang diberi pakan mengandung dsRNA lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif (*coating* pakan dengan minyak ikan tanpa dsRNA) dan kontrol negatif (tanpa *coating* dan tidak mengandung dsRNA) (Gambar 3.5). Hasil ini memberikan informasi penting dalam mengembangkan strategi terapi berbasis RNAi dalam budi daya udang melawan penyakit. Selain itu, penerapan vaksin dsRNA melalui pakan pada stadia larva disarankan penggunaannya dimulai dari stadia mysis-1 sampai dengan panen PL12 (Tenriulo et al., 2022).



Sumber: Parenrengi et al. (2022)

**Gambar 3.5** Sintasan Kumulatif Udang Windu yang Diberi Pakan dsRNA VP15 Melalui Vaksinasi Oral Setelah Uji Tantang dengan WSSV

Evaluasi metode pengantaran (*delivery system*) dsRNA ke udang windu memerlukan perhatian khusus karena keberhasilannya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain metode produksi, stadia, lama aplikasi, dosis dan frekuensi pemberian. Metode aplikasi dsRNA dapat dilakukan melalui perendaman, injeksi, dan pakan. Hasil evaluasi ketiga metode tersebut menunjukkan bahwa metode perendaman umumnya dapat diterapkan pada stadia larva dan merupakan teknik yang sederhana untuk jumlah individu yang besar, teknik injeksi dilaporkan sebagai cara yang efektif untuk mengantarkan dsRNA ke dalam sel, tetapi kurang efektif untuk aplikasi dalam jumlah besar, serta secara oral menggunakan pakan pelet yang diperkaya dsRNA dapat digunakan untuk larva, juvenil, dan induk, tetapi memiliki keterbatasan karena pelet dapat larut ke dalam air (Parenrengi, et al., 2022).

Penerapan teknologi RNAi pada udang masih dihadapkan pada beberapa tantangan seperti transfer RNAi ke dalam organisme target secara efisien, memilih gen virulensi yang tepat, dan memastikan bahwa teknologi ini aman bagi lingkungan dan organisme non-target. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut melalui riset yang komprehensif diperlukan sebelum teknologi RNAi tersebut dapat digunakan secara luas pada pembenihan dan budi daya udang windu.

## **B. Aplikasi Teknologi Transgenesis**

Strategi peningkatan ketahanan tubuh udang windu dapat dilakukan melalui vaksinasi, imunostimulan, dan melalui pendekatan genetik seperti seleksi dan rekayasa gen atau lebih dikenal dengan istilah teknologi transgenesis. Teknologi transgenesis diklaim dapat mengatasi kekurangan atau memperbaiki metode seleksi sebelumnya. Teknologi

transgenesis merupakan suatu teknologi rekayasa gen melalui introduksi satu atau lebih DNA asing ke hewan lainnya dalam upaya memanipulasi genotipnya ke arah yang lebih baik dan dapat diturunkan ke generasi berikutnya (Beardmore & Hoare, 2003).

Teknologi transgenesis untuk menghasilkan produk rekayasa genetik (PRG) pertama kali diterapkan pada ikan koki pada tahun 1985 (Zhu et al., 1985). Setelah itu, teknologi tersebut berkembang dengan fokus pada optimasi metode dengan perbaikan karakter komersial pada akuakultur terutama pertumbuhan. Kegiatan pemuliaan selanjutnya diperluas pada berbagai karakter komersial lainnya, yaitu daya tahan penyakit, toleransi terhadap lingkungan, komposisi daging tubuh, indikator cemaran lingkungan, dan warna pada ikan hias (Dunham & Winn, 2014). Ikan transgenik yang pertama kali diperjualbelikan adalah *glofish*, ikan zebra transgenik yang mengekspresikan gen berpendar yang berasal dari ubur ubur (<http://www.glofish.com>). Regulasi peredaran ikan hias transgenik tidaklah seketat dengan ikan konsumsi. Tetapi meskipun banyak pro dan kontra, ikan salmon transgenik untuk konsumsi sudah lolos uji keamanan pangan oleh *Food and Drug Administration* (FDA) Amerika Serikat pada tahun 2015. Penerapan teknologi transgenesis pada ikan di Indonesia masih terbatas pada ikan mas, ikan lele, ikan cupang, udang windu, dan rumput laut dengan memanfaatkan beberapa gen, seperti hormon pertumbuhan, glikoprotein, desaturase, antivirus, SOD, lisosim dan  $G\alpha$  (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1** Progres Riset Transgenesis pada Ikan di Indonesia

| Komoditas   | Gen                    | Karakter                   | Tempat dan Instansi                           |
|-------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| Ikan mas    | <i>Growth hormone</i>  | Cepat tumbuh               | BBPBAT Sukabumi dan IPB                       |
|             | Glikoprotein-KHV       | Tahan penyakit             | BBPBAT Sukabumi dan IPB                       |
| Ikan lele   | <i>Growth hormone</i>  | Cepat tumbuh               | Universitas Pajajaran, IPB dan BRPI Sukamandi |
|             | Desaturase             | Asam lemak tinggi          | IPB                                           |
| Ikan cupang | <i>Growth hormone</i>  | Cepat tumbuh-panjang tubuh | BRBIH Depok dan IPB                           |
| Udang windu | Anti virus <i>PmAV</i> | Tahan penyakit             | BRPBAP3 Maros dan IPB                         |
| Rumput laut | SOD                    | Tahan penyakit dan stres   | UMI Makassar, BRPBAP3 Maros dan IPB           |
|             | Lisozim                | Tahan penyakit             | BRPBAP3 Maros dan IPB                         |
|             | Ga                     | Tahan stres lingkungan     | SEAMEO-BIOTROP dan IPB                        |

Sumber: Alimuddin (2020)

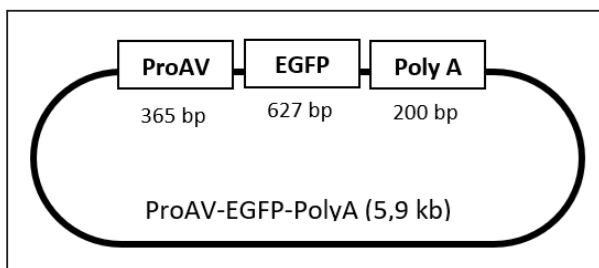
Penerapan teknologi transgenesis untuk meningkatkan resistansi udang windu terhadap serangan patogen merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah serangan penyakit pada dunia akuakultur. Udang windu, sebagai hewan dari kelompok krustasea, memiliki respons imun yang mengandalkan sistem kekebalan non-spesifik atau alami (*innate immunity*) dalam mempertahankan diri dari serangan patogen, karena diketahui tidak mempunyai sistem

kekebalan adaptif (*adaptive immunity*). Mekanisme respons imun udang windu dilakukan melalui rangsangan reseptor yang dapat mengetahui keberadaan molekul yang bertalian dengan patogen dan selanjutnya akan mengaktifkan beberapa molekul biologis seperti protein peptida antimikroba (*antimicrobial peptides*) yang bertanggung jawab dalam sistem kekebalan tubuh (Sritunyalucksana, 2001). Aplikasi teknologi transgenesis memiliki potensi untuk mendukung domestikasi dan pemuliaan udang windu khususnya untuk menghasilkan larva dan calon induk yang unggul dalam aspek ketahanan terhadap penyakit atau SPR. Gen yang diketahui memberikan resistansi terhadap penyakit tertentu dapat dimasukkan ke dalam genom udang windu melalui teknologi transgenesis.

Riset transgenesis pada udang windu merupakan program riset yang dilakukan melalui kerjasama antara BRPBAP3-KKP dengan Institut Pertanian Bogor (IPB). Sebagai langkah awal penerapan teknologi transgenesis adalah identifikasi dan karakterisasi gen-gen yang mengkode ketahanan penyakit pada udang windu. Gen antivirus *PmAV* (*Penaeus monodon* anti virus) telah berhasil diisolasi dari udang windu yang lolos dari serangan penyakit virus (*survivor*) khususnya penyakit bintik putih yang disebabkan oleh WSSV, dimana gen *PmAV* tersebut telah diidentifikasi memiliki aktivitas antimikroba berupa lektin yang dikenal sebagai *C-type lectin-like domain* (CTLDD) (Parenrengi, et al. 2009). Lektin memiliki peran penting dalam penanggulangan penyakit udang yang umumnya dikendalikan oleh promotor.

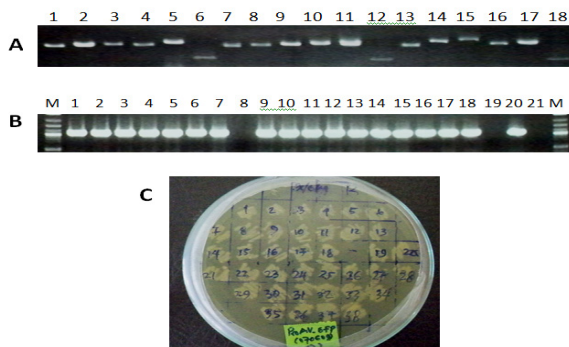
Gen yang mengkode promotor antivirus (*ProAV*) yang mengontrol aktivitas gen antivirus juga telah berhasil diisolasi dari udang windu (Parenrengi, et al., 2009) dan telah melalui uji aktivitasnya dengan menggunakan gen berpendar (*enhanced*

*green fluorescent protein*, EGFP) sebagai marker (Parenrengi, et al., 2018). Konstruksi gen ProAV dalam vektor pEGFP-N1 menghasilkan konstruksi gen ProAV-EGFP-Poly A dengan panjang sekitar 5,9 kb (Gambar 3.6) dan telah berhasil ditransformasikan ke bakteri rekombinan. Pembuktian keberhasilan konstruksi gen dilakukan melalui teknik (a) *cracking*, Dimana plasmid bakteri pembawa konstruksi gen memperlihatkan ukuran lebih besar dibandingkan dengan kontrol, (b) uji orientasi, dimana keberadaan DNA fragmen pada posisi sekitar 1,1 kb mengindikasikan arah ligasi yang benar yakni 18 klon bakteri dari 21 klon bakteri (86%), dan selanjutnya (c) *plating*, dimana pemindahan klon bakteri yang memiliki orientasi yang benar ke media agar padat (Gambar 3.7) sebagai stok materi biologis dan sumber plasmid konstruksi ProAV-EGFP untuk pengujian selanjutnya.



Sumber: Parenrengi et al. (2018)

**Gambar 3.6** Peta Konstruksi Gen ProAV-EGFP-PolyA yang Digunakan dalam Riset Transgenesis Udang Windu



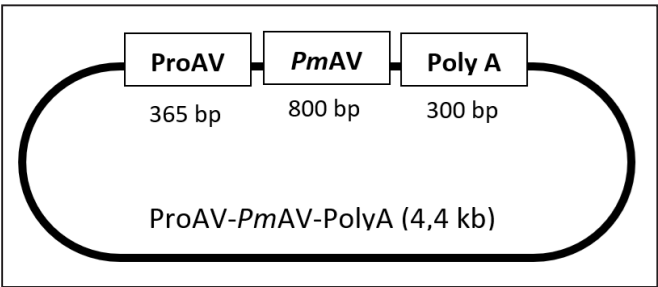
Sumber: Parenrengi et al. (2018)

Ket: A=Cracking klon bakteri rekombinan pada baris 1-5, 7-11, dan 13-17 menunjukkan klon positif membawa konstruksi gen dan garis 6, 12 dan 18 menunjukkan kolom negatif (kontrol bakteri); B= ligasi orientasi yang disisipkan pada vektor pada baris 1-7, 9-18, dan 20 menunjukkan arah ligasi yang tepat, M=penanda DNA; dan C=plating klon bakteri yang membawa konstruksi gen ProAV-EGFP.

**Gambar 3.7** Hasil Cracking, Analisis PCR Konstruksi Gen ProAV-EGFP, dan Plating Klon Bakteri

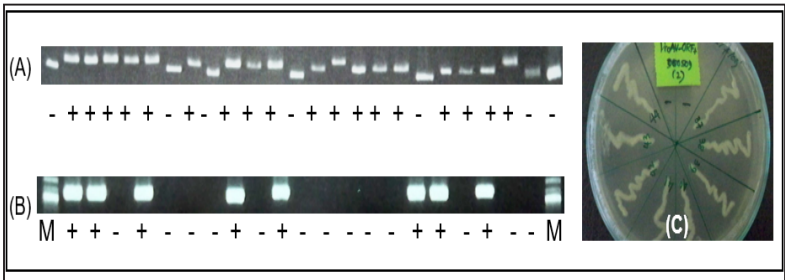
Seperti halnya dengan pembuatan konstruksi gen ProAV-EGFP, penggabungan promoter ProAV dengan gen *PmAV* telah dilakukan melalui konstruksi gen ProAV-*PmAV* dalam vektor pBluescript-SK dengan panjang sekitar 4,4 kb (Gambar 3.8) dan selanjutnya telah berhasil ditransformasikan ke bakteri rekombinan (Parenrengi, Tenriulo, Alimuddin, et al., 2021). Keberhasilan pembuatan konstruksi gen tersebut telah dibuktikan melalui uji *cracking* yang memperlihatkan adanya insersi promoter ProAV dengan antivirus *PmAV* dibandingkan dengan kontrol bakteri koloni biru, uji orientasi untuk mengetahui arah

ligasi yang benar, dan selanjutnya *plating* klon bakteri positif pembawa konstruksi gen (Gambar 3.9).



Sumber: Parenrengi et al. (2021).

**Gambar 3.8** Peta Konstruksi Gen ProAV-*PmAV*-PolyA yang Digunakan dalam Riset Transgenesis Udang Windu

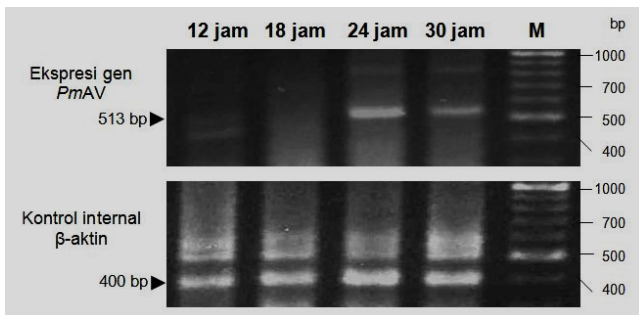


Sumber: Parenrengi et al. (2021)

Ket: A=hasil cracking klon bakteri pembawa konstruksi gen dengan tanda positif, sedangkan tanda negatif sebagai kontrol klon, B=hasil uji orientasi ligasi dengan pita DNA sekitar 1,2 kb menunjukkan arah ligasi yang benar, M=marker DNA, dan C=plating klon bakteri yang membawa konstruk gen pProAV-PmAV

**Gambar 3.9** Hasil Cracking, Analisis PCR Konstruksi Gen ProAV-*PmAV*, dan Plating Klon Bakteri

Transfer gen ProAV-*PmAV* secara *in vivo* menggunakan metode transfeksi (larutan jetPEI) ke embrio menunjukkan aktivitas gen *PmAV* yang ekspresinya meningkat atau dikenal *up-regulated expression gene* (Parenrengi, et al., 2021). Ekspresi gen *PmAV* mulai terlihat pada pengamatan 12 jam setelah transfeksi dan selanjutnya meningkat sampai mencapai puncak pada 24 jam dan kemudian terjadi penurunan ekspresi pada 30 jam (Gambar 3.10).



Sumber: Parenrengi et al. (2021)

Keterangan: Pengamatan ekspresi gen antivirus *PmAV* pada 12, 18, 24, dan 30 jam setelah transfeksi; M= VC 100bp Plus DNA Ladder; tanda kepala panah menunjukkan posisi fragmen gen antivirus *PmAV* dan gen  $\beta$ -aktin udang windu sebagai kontrol internal.

**Gambar 3.10.** Ekspresi Gen Antivirus *PmAV* pada Embrio dan Larva Udang Windu

Hasil analisis derajat penetasan telur menunjukkan bahwa penggunaan plasmid konstruksi gen ProAV-EGFP dan ProAV-*PmAV* dan larutan jetPEI tidak berpengaruh nyata terhadap derajat penetasan udang windu yang berkisar antara 38,1-49,0% (Parenrengi, et al., 2018; Parenrengi, et al., 2021). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa konstruksi gen dan larutan transfeksi

jetPEI yang digunakan tidak berbahaya pada embrio udang windu (Tabel 3.2).

Embrio yang telah membawa konstruksi gen ProAV-*PmAV* tersebut ditetaskan dan selanjutnya dipelihara sampai menjadi larva PL12. Uji vitalitas dan penilaian morfologi dilakukan untuk mengevaluasi performa larva udang windu transgenik. Hasil pengujian mengindikasikan bahwa larva udang windu transgenik PL12 memperlihatkan performa lebih unggul (91,0) dibandingkan dengan larva non-transgenik (79,5) (Lante et al., 2015).

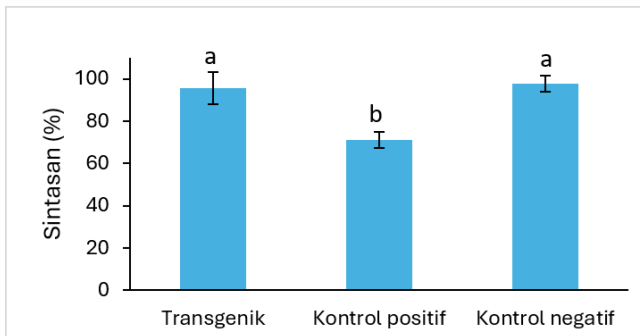
**Tabel 3.2** Daya Tetas, Telur Berpendar, dan Deteksi DNA-RNA pada Udang Windu Hasil Transfeksi Konstruksi Gen ProAV-EGFP dan ProAV-*PmAV*

| A. Konstruksi gen ProAV-EGFP         |                      |                   |                   |                              |           |     |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-----------|-----|
| Tahap                                | Daya tetas telur (%) |                   |                   | Telur berpendar*<br>(embrio) | Deteksi*  |     |
|                                      | Transgenik           | Kontrol Positif   | Kontrol Negatif   |                              | DNA       | RNA |
| 1                                    | 44,7±14,9            | 60,0±4,2          | 66,8±10,1         | 1-2                          | (+)       | (+) |
| 2                                    | 33,9±19,7            | 26,2±4,1          | 31,2±14,4         | 1-3                          | (+)       | (+) |
| Rata-rata                            | 39,3 <sup>a</sup>    | 43,1 <sup>a</sup> | 49,0 <sup>a</sup> |                              |           |     |
| B. Konstruksi gen ProAV- <i>PmAV</i> |                      |                   |                   |                              |           |     |
| Tahap                                | Daya tetas telur (%) |                   |                   | Telur berpendar*<br>(embrio) | Deteksi*) |     |
|                                      | Transgenik           | Kontrol Positif   | Kontrol Negatif   |                              | DNA       | RNA |
| 1                                    | 48.0±12.0            | 60.0±4.2          | 66.8±10,1         | 0                            | (+)       | (+) |
| 2                                    | 28.1±7.6             | 26.2±4.1          | 31.2±14,4         | 0                            | (+)       | (+) |
| Rata-rata                            | 38.1 <sup>a</sup>    | 43.1 <sup>a</sup> | 49.0 <sup>a</sup> |                              |           |     |

Ket: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), angka ditulis dalam rata-rata±SD, \*= analisis dilakukan pada 50 embrio (*pooled sample*), (+)=gen EGFP atau *PmAV* terdeteksi pada genom DNA dan cDNA.

Sumber: Parenrengi et al. (2018; 2021)

Metode ujiantang merupakan salah satu metode yang dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan peningkatan resistansi udang windu transgenik yang dihasilkan. Ugang windu transgenik telah dibuktikan keunggulannya dengan indikasi peningkatan sintasan dalam melawan WSSV sebesar 24,5% (Parenrengi, et al., 2021), dimana hasil analisis statistik menunjukkan bahwa sintasan larva transgenik (95,6%) lebih tinggi dibandingkan dengan larva udang kontrol positif (71,1%), tetapi tidak berbeda nyata dengan udang yang tidak diuji tantang (kontrol negatif) (Gambar 3.11).

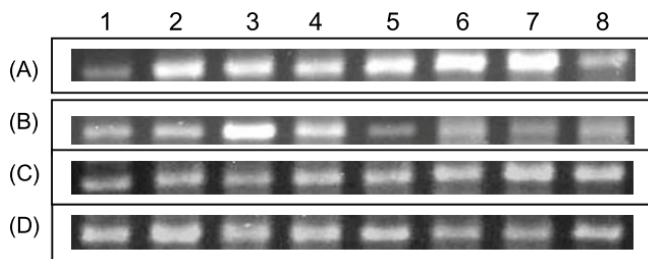


Sumber: Parenrengi, et al. (2021)

**Gambar 3.11** Sintasan Larva Ugang Windu 5 Hari Pasca Uji Tantang dengan WSSV

Hasil riset ujiantang menggunakan WSSV menunjukkan bahwa udang memperlihatkan respons induksi yang meningkat (*up-regulation*) baik pada larva non-transgenik maupun pada larva transgenik. Gen pengkode antivirus *PmAV* mulai terekspresi pada 6 jam setelah pemaparan virus, kemudian mengalami sedikit penurunan pada jam ke-24 (hari-1) dan selanjutnya ekspresi meningkat tajam sampai dengan hari

keempat dan menurun kembali pada hari kelima pasca ujiantang (Gambar 3.12). Sementara itu, udang non-transgenik juga memperlihatkan induksi yang meningkat dimana puncak ekspresi terjadi pada hari pertama dan selanjutnya menurun pada hari kedua dan seterusnya memperlihatkan ekspresi gen antivirus *PmAV* yang relatif rendah (Parenrengi, et al., 2021). Respons *up-regulation* membuktikan bahwa gen antivirus tersebut memberikan perlawanan saat adanya serangan patogen termasuk WSSV yang memapar udang windu.



Sumber: Parenrengi et al. (2021)

Keterangan: Ekspresi gen *PmAV* pada udang transgenik (A) dan non transgenik (B), serta ekspresi  $\beta$ -aktin sebagai kontrol internal pada udang transgenik (C) dan non-transgenik (B). Pengamatan awal (1), 6 jam (2), 12 jam (3), 24 jam (4), 48 jam (5), 72 hpt (6), 96 jam (7), dan 120 jam (8) pasca ujiantang.

**Gambar 3.12.** Ekspresi Gen Antivirus *PmAV* pada Hepatopankreas Larva Udang Windu yang Ditantang dengan WSSV

Studi lain menunjukkan bahwa udang transgenik memiliki ketahanan tubuh yang lebih baik terhadap bakteri *Vibrio harveyi* dengan sintasan lebih sebesar 60% dari udang windu kontrol (Parenrengi et al., 2013). Hal ini mengindikasikan bahwa over-

ekspresi gen antivirus *PmAV* memiliki peran penting dalam meningkatkan resistansi udang windu terhadap WSSV.

Hasil evaluasi morfologi udang windu transgenik dengan non-transgenik pada umur pemeliharaan 47 hari menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan, dimana udang transgenik memiliki panjang  $3,3 \pm 0,51$  cm dan berat  $0,21 \pm 0,12$  g, sedangkan udang non-transgenik memiliki panjang  $3,5 \pm 0,63$  cm dan berat  $0,30 \pm 0,16$  g (Parenrengi, et al., 2021) (Gambar 3.13).



Sumber: Parenrengi et al. (2021)

**Gambar 3.13** Penampilan Secara Morfologi Larva Transgenik (A) dan Non-Transgenik (B) Udang Windu Umur 47 Hari

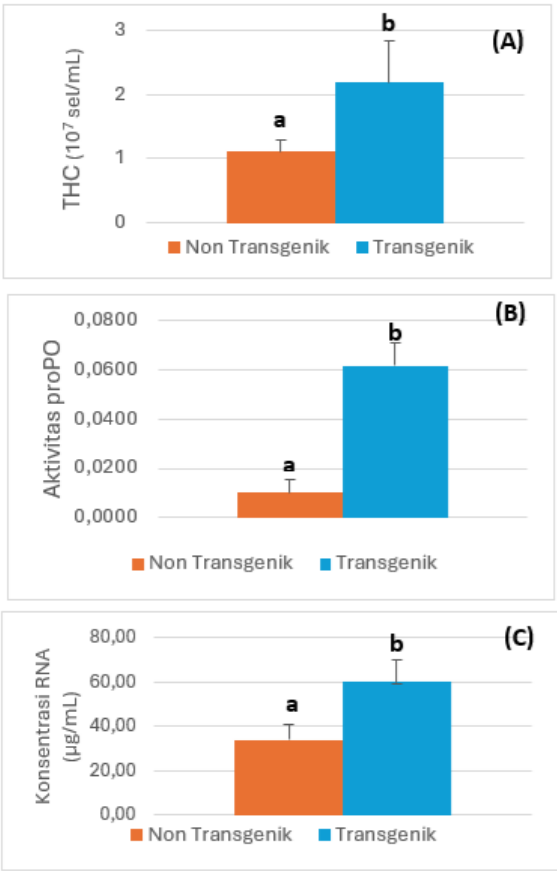
Riset uji coba pematangan calon induk udang windu transgenik telah berhasil dilakukan melalui teknik inseminasi buatan yang menghasilkan fekunditas telur 535.644-678.016 butir/ekor dengan daya tetas 53,5-55,0% dengan nilai morfologi larva 75,0-85 (Lante et al., 2018). Studi tersebut membuktikan bahwa udang windu transgenik memiliki telur yang fertil sehingga dapat memijah dan menetas dengan laju penetasan dan nilai morfologi larva yang relatif tinggi. Keberhasilan pemijahan tersebut juga memberikan peluang untuk menghasilkan generasi

selanjutnya yang membawa gen antivirus *PmAV* yang dengan mudah dapat dideteksi dengan teknologi PCR.

Konfirmasi penyisipan gen *pProAV-PmAV* udang windu transgenik populasi awal ( $F_0$ ) dilakukan dengan teknik PCR sebelum dilanjutkan pembesaran di bak atau tambak terkontrol untuk mendapatkan calon induk untuk menghasilkan udang windu transgenik generasi-1 ( $F_1$ ). Uji tantang udang transgenik generasi-1 ( $F_1$ ) menggunakan WSSV juga memperlihatkan peningkatan sintasan sebesar 52.0% dibandingkan dengan udang windu non-transgenik (Parenrengi et al., 2023). Selain sintasan, THC dan aktivitas proPO, konsentrasi RNA pada udang transgenik juga memperlihatkan nilai yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan udang windu non-transgenik. Nilai THC pasca uji tantangan udang windu transgenik 99,1% lebih tinggi dibandingkan non transgenik, aktivitas proPO 502,9% lebih tinggi pada udang transgenik dibandingkan non-transgenik, dan konsentrasi total RNA juga lebih tinggi 74,0% udang windu transgenik dibandingkan dengan non-transgenik (Gambar 3.14). Hasil tersebut mengindikasikan performa unggul udang windu transgenik yang diakibatkan oleh adanya overekspresi gen antivirus yang memicu peningkatan resistansinya melawan patogen penyebab penyakit.

Calon induk udang windu transgenik  $F_1$  telah berhasil diproduksi di tambak terkontrol dengan tingkat sintasan 51,7-81,5% (Suwoyo et al., 2020; Suwoyo & Sahabuddin, 2017). Riset lainnya memperlihatkan bahwa sintasan hidup udang windu transgenik sebesar 81,5%, lebih tinggi dibandingkan kelompok udang windu kontrol (71,5%) selama 90 hari budi daya di tambak pembesaran (Suwoyo et al. 2020). Hasil tersebut menunjukkan bahwapeluangkeberhasilanpemuliaanudangwindumasihterbuka lebar dengan mengaplikasikan teknologi transgenesis. Perakitan

strain udang windu tahan penyakit melalui kegiatan pemuliaan telah menghasilkan progres sampai dengan generasi kedua (F2).



Sumber: Parenrengi et al. (2023)

**Gambar 3.14** Perbandingan THC (A), Aktivitas proPO (B) dan Konsentrasi RNA (C) Antara Udang Windu Transgenik dengan Non-Transgenik Pasca Uji Tantang Menggunakan WSSV.

Calon induk udang windu transgenik  $F_1$  telah berhasil diproduksi di tambak terkontrol dengan tingkat sintasan 51,7-81,5% (Suwoyo et al., 2020; Suwoyo & Sahabuddin, 2017). Riset lainnya memperlihatkan bahwa sintasan hidup udang windu transgenik sebesar 81,5%, lebih tinggi dibandingkan kelompok udang windu kontrol (71,5%) selama 90 hari budi daya di tambak pembesaran (Suwoyo et al. 2020). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peluang keberhasilan pemuliaan udang windu masih terbuka lebar dengan mengaplikasikan teknologi transgenesis. Perakitan strain udang windu tahan penyakit melalui kegiatan pemuliaan telah menghasilkan progres sampai dengan generasi kedua ( $F_2$ ).

Proses perakitan udang windu transgenik telah mendapatkan paten berjudul **Promoter antivirus udang windu untuk uji aktivitas promoter secara *in vivo*** dengan nomor IDP000047959 (Parenrengi, Syah, et al., 2017). Paten tersebut sudah pernah dilakukan uji coba aplikasinya pada udang vaname bekerjasama dengan Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, KKP. Sejak kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu tidak menjadi prioritas riset di KKP, maka kegiatan tersebut tidak dapat dilanjutkan. Meskipun demikian komponen teknologi transgenesis telah memberikan dukungan yang signifikan pada kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu. Teknologi yang telah dirakit sewaktu-waktu dapat digunakan untuk mendukung kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu di masa mendatang.

Pada kenyataannya pemuliaan ikan dan udang (khususnya udang galah) di Indonesia sudah berjalan, meskipun demikian metode yang digunakan masih dominan menggunakan seleksi konvensional (48%), yang diklaim berbiaya tinggi dan waktu yang cukup lama. Seleksi berbasis marker DNA dan teknologi

transgenesis menjadi alternatif solusi yang ditawarkan. Aplikasi bioteknologi modern seperti transgenesis telah memperlihatkan hasil yang sangat menjanjikan dan prospektif untuk terus dikembangkan. Riset dan inovasi terus berkembang seiring dengan waktu, sehingga teknologi yang dihasilkan juga harus tetap mengikuti perkembangan zaman. Pengembangan domestikasi dan pemuliaan udang windu khususnya dalam konteks PRG masih dihadapkan pada sejumlah tantangan dan perhatian, termasuk isu etika, keamanan pangan, keberlanjutan lingkungan, serta kebijakan hukum dan regulasi terkait udang PRG.

#### **IV. STRATEGI RISET DAN KEBIJAKAN YANG DIPERLUKAN DI MASA DEPAN**

Menghadapi tantangan global dan perkembangan industri akuakultur udang windu, riset yang mendalam dan kebijakan yang tepat sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan dan keberhasilan sektor budi daya udang windu di Indonesia. Strategi riset yang terarah akan memungkinkan pengembangan teknologi terbaru dalam domestikasi, pemuliaan, serta pengembangan budi daya udang windu, yang pada gilirannya dapat meningkatkan produksi induk dan benih. Dengan demikian, riset yang berkelanjutan dan kebijakan yang berpihak pada pengembangan sektor ini sangat dibutuhkan untuk memastikan udang windu tetap menjadi komoditas unggulan yang dapat berkontribusi secara maksimal terhadap perekonomian Indonesia di masa depan.

##### **A. Riset yang Diperlukan**

Teknologi RNAi khususnya aplikasi vaksin dsRNA memiliki karakteristik yang tidak ditransmisikan ke keturunannya (Rao et al., 2019), sehingga organisme yang dihasilkan tidak dikategorikan sebagai PRG. Meskipun demikian, riset teknologi vaksin dsRNA tetap harus dilakukan secara komprehensif dan hati-hati yang didukung dengan kebijakan dan regulasi yang kuat, konsisten, dan berkelanjutan.

Penyempurnaan riset dan inovasi teknologi RNAi khususnya perakitan vaksin dsRNA yang diperuntukkan untuk penanggulangan penyakit pada udang windu masih diperlukan. Identifikasi dan karakterisasi gen-gen virulensi VP yang terlibat

dalam infeksi WSSV perlu dipelajari secara menyeluruh dalam rangka pemilihan VP yang efektif dan efisien. Riset pengembangan teknologi RNAi disarankan untuk fokus pada vaksin dsRNA berbasis VP-WSSV yang diproduksi secara *in vivo* dengan pertimbangan kemudahan dalam produksi massal dan dapat diaplikasikan pada jumlah individu yang besar. Riset ke depan harus mengacu pada riset sebelumnya sehingga tidak dimulai dari nol. Penyempurnaan teknologi RNAi difokuskan pada penerapan berbagai kombinasi VP, lama proteksi, frekuensi pemberian, aplikasi RNAi pasca deteksi virus, aplikasi pada proses produksi (pembenihan dan pembesaran), *scaling-up* produksi, dan evaluasi performa pasca vaksinasi serta generasi yang dihasilkan.

Kegiatan domestikasi dan pemuliaan udang windu perlu segera dibangkitkan kembali dan diakselerasi dengan dukungan teknologi perbenihan dan budi daya yang efektif dan efisien termasuk pembentukan benih yang SPF dan SPR. Keberhasilan dalam domestikasi dapat menjadi acuan dalam melakukan proses rilis udang windu hasil domestikasi, dan dilanjutkan dengan perakitan strain benih dan induk unggul melalui pemuliaan udang windu yang didukung teknologi konvensional dan modern termasuk aplikasi teknologi RNAi dan transgenesis.

Hingga saat ini belum ada yang mengklaim mengajukan evaluasi keamanan (*food safety, environmental safety, feed safety*) udang PRG. Pada ikan, sampai saat ini terbatas ikan salmon yang sudah lulus evaluasi keamanan PRG secara legal dan diakui oleh beberapa negara (USA, Kanada, Brazil, Argentina) (Orlowski, 2018). Untuk mempersiapkan tantangan ke depan, riset ikan PRG termasuk teknologi transgenesis udang windu di Indonesia tetap harus mengantisipasi segala aspek termasuk pelaksanaan riset secara tertutup dengan menggunakan fasilitas uji terbatas.

Perakitan strain udang windu tahan penyakit melalui teknologi transgenesis masih perlu dilengkapi dengan berbagai aspek riset termasuk penyempurnaan komponen teknologi perakitan strain udang windu SPR dan riset untuk keamanan pangan yang meliputi sejumlah aspek untuk memastikan bahwa PRG yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Beberapa area riset yang diperlukan antara lain: uji alergenitas, toksisitas, stabilitas genetik, kesehatan udang, efek lingkungan, analisis nutrisi, dan pemantauan jangka panjang. Riset yang cermat dan menyeluruh dalam area ini akan membantu memitigasi risiko dan memastikan bahwa udang windu transgenik yang dihasilkan memenuhi syarat keamanan pangan, dan memiliki dampak lingkungan yang minimal, serta meningkatkan produktivitas budi daya udang windu.

Keterbatasan fasilitas hatcheri dan tambak serta uji multilokasi di BRIN dapat diantisipasi dengan riset kerjasama dengan KKP atau institusi pemerintah lainnya dan swasta yang memiliki fasilitas memadai. Penyempurnaan riset RNAi memerlukan waktu untuk merakit komponen teknologi vaksin sehingga diharapkan dalam waktu 5 tahun (2030) telah dihasilkan vaksin dsRNA yang siap diaplikasikan di hatcheri atau tambak. Sementara riset transgenesis masih memerlukan waktu yang relatif panjang karena proses pembentukan generasi selanjutnya memerlukan waktu sekitar 2 tahun.

Dalam rangka perakitan strain udang windu SPR, selain teknologi RNAi dan transgenesis, riset dan inovasi berbasis bioteknologi modern lainnya seperti studi genomik, transkriptomik, proteomik, dan metabolomik sudah berkembang dengan pesat di dunia, sehingga teknologi tersebut diharapkan dapat diadopsi di Indonesia. Analisis genomik dapat dilakukan melalui pemetaan lengkap genom udang windu untuk mengidentifikasi gen-gen yang berhubungan dengan

pertumbuhan, ketahanan terhadap penyakit, reproduksi, dan kualitas daging. Analisis transkriptomik untuk memahami ekspresi gen dalam berbagai kondisi lingkungan dan stres, yang dapat membantu dalam pengembangan strain yang lebih tangguh. Studi proteomik dapat dilakukan melalui analisis profil protein udang untuk memahami mekanisme molekuler ketahanan penyakit dan adaptasi lingkungan. Riset lainnya adalah studi metabolomik yang terlibat dalam pertumbuhan dan respons terhadap stres untuk mengembangkan strategi nutrisi dan manajemen yang lebih baik. Sedangkan riset di aspek penanggulangan penyakit udang windu masih memerlukan sentuhan bioteknologi modern melalui pengembangan riset biomarker untuk mendeteksi kesehatan dan kondisi fisiologis udang windu secara cepat dan akurat, serta riset diagnostik molekuler berbasis PCR, qPCR, atau LAMP (*Loop-mediated Isothermal Amplification*) untuk deteksi cepat patogen dan kondisi stres pada udang windu. Riset-riset tersebut sangat diperlukan untuk mempelajari metabolisme, fisiologi, dan patologi, serta sebagai dasar dalam pengembangan domestikasi dan pemuliaan khususnya penerapan seleksi berbasis marka molekuler untuk menghasilkan induk unggul.

Saat ini, trend riset bioteknologi modern berbasis biologi molekuler yang menarik perhatian peneliti dan akademisi dunia adalah aplikasi teknologi *gene/genome editing* (GE). Meskipun demikian aplikasi GE di bidang perikanan masih sangat terbatas. Teknologi GE memungkinkan perubahan spesifik pada gen atau genom udang windu tanpa mempengaruhi bagian lain dari genomnya. Dibandingkan dengan metode konvensional, GE menawarkan teknologi yang lebih presisi dan efisien serta menghemat waktu serta biaya. Prosesnya dapat dilakukan secara langsung pada embrio atau larva udang windu sehingga tidak memerlukan pembibitan generasi berulang untuk memperoleh

varietas yang diinginkan, seperti meningkatkan ketahanan terhadap penyakit atau meningkatkan pertumbuhan. Riset GE dengan metode CRISPR-Cas9 (*cluster of regular interspaced short palindromic repeats* menggunakan enzim Cas9) telah mulai dikembangkan dengan cara mengedit atau memodifikasi gen spesifik dengan berbagai tujuan untuk mempelajari ekspresi gen, memperbaiki kelainan genetik, dan menyesuaikan sifat organisme yang diinginkan misalnya tahan penyakit dan tumbuh cepat. Perakitan udang windu tahan terhadap stres lingkungan yang dikombinasikan dengan pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis sensor dan IoT perlu dikaji pada pengembangan budi daya udang windu untuk menghadapi tantangan global perubahan iklim. Meskipun demikian pengembangan GE perlu diimbangi dengan perhatian terhadap aspek etika, keamanan pangan, dan dampak lingkungan.

Oleh karena itu, diperlukan pengawasan yang ketat dan cermat untuk memastikan bahwa penggunaan teknologi modern memberikan manfaat yang maksimal tanpa menimbulkan risiko yang tidak diinginkan. Aplikasi teknologi GE dan semacamnya perlu dikembangkan untuk menghasilkan induk udang windu unggul yang memang sudah ditunggu oleh masyarakat pembudi daya.

## **B. Kebijakan yang Diperlukan**

Kualitas induk dan benih memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha budi daya udang windu. Induk dan benih unggul dapat dihasilkan dari kegiatan pemuliaan, baik secara konvensional, seperti: seleksi, hibridisasi, silang balik, rekayasa kelamin, dan kromosom, maupun secara modern, seperti teknologi RNAi, transgenesis, dan *gene/genome editing*. Sejak tahun 2000, kegiatan domestikasi

dan pemuliaan ikan di Indonesia secara intensif mulai digalakkan dengan terbentuknya jejaring pemuliaan induk dan berbagai pusat produksi induk (*broodstock center*). Kegiatan jejaring umumnya dikoordinir oleh Balai Riset lingkup Badan Riset Kelautan dan Perikanan, dan Balai Budidaya lingkup Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, KKP. Kegiatan pemuliaan ikan masih didominasi pada spesies ikan air tawar, sedangkan ikan laut termasuk udang umumnya masih pada tahap domestikasi. Meskipun demikian, kegiatan pemuliaan khususnya pada perikanan budi daya sampai tidak menjadi fokus nasional pada tahun 2014-2019. Kegiatan pemuliaan serta agenda jejaring induk dan pemuliaan secara nasional hampir seluruhnya berhenti bahkan tidak efektif sampai sekarang. Sementara itu, kegiatan pemuliaan tidak dapat dilakukan mandiri oleh pembudi daya atau melalui riset perguruan tinggi dan lembaga riset lainnya karena membutuhkan sumber daya yang tidak sedikit, baik dari segi dana, fasilitas, SDM maupun waktu. Oleh karena itu diperlukan suatu kebijakan/regulasi yang mendukung kegiatan domestikasi dan pemuliaan ikan secara berkelanjutan dengan pertimbangan bahwa kegiatan tersebut harus dilakukan terus-menerus secara kontinu sehingga tidak berhenti di tengah jalan. Hal tersebut akan berdampak negatif pada kegiatan pemuliaan yang membutuhkan sumber daya besar dan terkadang perakitan populasi harus dimulai dari nol kembali.

Pada kenyataannya, kualitas dan keragaan genetik induk yang sudah dirilis dari kegiatan domestikasi atau pemuliaan tidak selamanya konsisten di lapangan, sehingga induk dan benih yang dihasilkan kadang tidak seunggul dengan induknya lagi. Hal ini dapat diakibatkan karena adanya perpindahan populasi, persilangan, hingga faktor lingkungan dan seleksi alam sehingga memungkinkan terjadinya banyak alel gen yang hilang dan berdampak pada keragaman genetik pun cenderung

akan tetap menurun. Terlebih lagi, keadaan pakan, lingkungan dan penyakit selalu dinamis dan berubah-ubah setiap masa. Oleh karena itu, gagasan terkait akselerasi pengembangan domestikasi dan pemuliaan, serta peningkatan produktivitas budi daya udang windu memerlukan kebijakan dan regulasi yang dapat mendukung kepastian pertumbuhan industri budi daya dan keberlanjutan ekosistem.

Kebijakan dan regulasi yang dapat diterapkan dalam konteks domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu di Indonesia, antara lain:

- 1) Dukungan litbangjirap dari BRIN, Kementerian Teknis dan lembaga terkait terhadap domestikasi dan pemuliaan udang windu untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, stres lingkungan, pertumbuhan, dan kualitas produk udang dalam rangka pencapaian produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan.
- 2) Kepastian produk udang windu yang dihasilkan memenuhi standar keamanan pangan dengan melibatkan pengawasan terhadap penggunaan bahan pakan dan pemantauan residu obat-obatan serta bahan kimia lainnya. Penerapan standar kesehatan udang windu yang dibudidayakan dan program sertifikasi yang ketat untuk memastikan bahwa udang windu yang dibudidayakan memenuhi standar lingkungan, sosial, dan keamanan pangan serta ketertelusuran produk yang transparan.
- 3) Pemberian diklat dan pendampingan teknologi kepada stakeholder tentang cara pembenihan/budi daya ikan yang baik (CPIB/CBIB), manajemen penyakit, dan keberlanjutan usaha budi daya.
- 4) Penguatan riset dan inovasi melalui dukungan finansial dan teknis yang berkaitan dengan pengembangan

teknologi untuk meningkatkan kualitas benih, termasuk pengembangan varietas yang tahan penyakit, serta mendorong kolaborasi antara pemerintah, industri, dan lembaga riset untuk mengembangkan solusi terbaik dalam menghadapi tantangan pembenihan dan pembesaran udang windu. Dukungan keuangan dan teknis kepada petani udang windu untuk meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas produk

- 5) Pengembangan diversifikasi pasar produk udang windu, baik dalam negeri maupun ekspor, untuk meningkatkan nilai tambah dan pendapatan bagi petani.
- 6) Pembangunan infrastruktur yang memadai untuk pembenihan dan pembesaran udang windu, termasuk sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk mendukung kegiatan domestikasi dan pemuliaan.

Dengan implementasi kebijakan-kebijakan tersebut, diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang kondusif untuk pengembangan dan pertumbuhan industri udang windu di Indonesia, serta meningkatkan kontribusinya terhadap perekonomian nasional.

Kemajuanilmudanteknologi yang mengaplikasikan teknologi molekuler DNA semakin diminati di dunia ilmiah global. Ilmu dan teknologi berbasis -omik seperti genomik, transkriptomik, proteomik, dan metabolomik pun sudah berkembang sangat pesat. Analisis genomik khususnya komoditas budi daya unggul dan asli Indonesia perlu dilakukan dengan masif, agar jangan sampai kekayaan genetik kita baik dalam bentuk hidup maupun sekuens DNA serta database genomik sudah terlebih dahulu dikuasai dan dieksploitasi oleh pihak luar. Informasi genetik tersebut sangat bermanfaat dalam mendukung pengelolaan sumber daya

genetik ikan secara luas di Indonesia. Pembentukan bank gen berupa sistem informasi sumberdaya genetik ikan Indonesia (SIGENI) oleh KKP sejak tahun 2020 merupakan langkah awal yang perlu diapresiasi. Oleh karena itu, SIGENI harus lebih diberdayakan untuk menampung informasi sumber daya genetik ikan Indonesia, baik dalam bentuk bank informasi, sekuens, atau bank yang menampung sel punca berbagai komoditas perikanan dalam rangka menjaga keragaman dan sumber daya genetik kita yang sangat berharga. Untuk mewujudkannya, diperlukan suatu strategi kebijakan melalui kerja sama berbagai pihak baik dari badan riset, perguruan tinggi, hingga kementerian terkait.

Akhirnya, harus dipastikan bahwa riset dan inovasi dilakukan dalam kerangka regulasi yang ketat untuk memastikan keamanan dan kepatuhan terhadap aturan dan standar yang berlaku. Kebijakan dan regulasi yang kokoh dapat membantu mengarahkan industri budi daya udang windu ke arah yang berkelanjutan, efisien, dan aman secara kesehatan dan lingkungan.



## V. KESIMPULAN

Udang windu merupakan komoditas utama sumber pendapatan devisa negara dari sektor perikanan di Indonesia. Meskipun memiliki potensi yang besar, pengembangan udang windu menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dengan serangan penyakit oleh bakteri dan virus. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan induk dan benih unggul melalui kegiatan domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu.

Penyediaan induk dan benih unggul menjadi tantangan besar untuk mendukung budi daya udang windu dalam upaya pengembangan akuakultur yang semakin pesat. Teknologi RNAi dan transgenesis pada udang windu memiliki keunggulan dan *novelty* yang tinggi dalam pemecahan masalah yang cepat dan akurat, sehingga dapat dijadikan solusi dalam penyediaan induk dan benih unggul SPF dan SPR untuk mendukung program peningkatan produksi dan kualitas produk akuakultur. Aplikasi kedua teknologi modern tersebut akan berkontribusi bagi pengembangan domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu di masa depan untuk mendukung program prioritas nasional peningkatan produksi perikanan udang.

Riset lebih lanjut terkait perakitan paket teknologi RNAi dan transgenesis masih tetap harus dilakukan untuk mendapatkan informasi detail sebagai dasar penerapannya pada domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu. Khusus untuk rekayasa genetik, diperlukan riset yang cermat, evaluasi risiko, dan pengujian yang ketat untuk memastikan keamanan dan efek jangka panjang dari udang hasil transgenesis sangat penting sebelum diterapkannya secara luas dalam budi daya udang

windu. Dengan demikian, implementasi teknologi RNAi dan transgenesis memiliki potensi besar untuk mengakselerasi pengembangan udang windu secara berkelanjutan.

## VI. PENUTUP

Untuk menjamin terlaksananya perakitan induk dan benih unggul udang windu dengan baik, dukungan litbangjirap mutlak diperlukan termasuk dalam bidang biologi, fisiologi, dan reproduksi serta penguasaan siklus biologinya. Penyakit merupakan suatu kendala utama dalam pengembangan domestikasi udang windu, sehingga perakitan starin unggul yang SPR merupakan alternatif yang dapat dilakukan melalui penerapan bioteknologi modern. Penerapan teknologi RNAi dan transgenesis (rekayasa gen) diharapkan akan menghasilkan jenis budi daya baru yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas udang windu di Indonesia. Selain kedua teknologi tersebut, upaya riset dan inovasi terkait genomik, proteomik, transkriptomik, dan *gene/genome editing* segera dikembangkan dalam rangka pembentukan organisme unggul. Tantangan ke depan adalah penyediaan sarana dan prasana litbangjirap untuk pembentukan generasi yang berkelanjutan dan analisis keamanan hayati produk serta rilis udang windu hasil domestikasi sebagai paket teknologi yang siap digunakan oleh stakeholder. Penyediaan benih dari hasil domestikasi atau pemuliaan untuk budi daya akan berperan, tidak hanya untuk peningkatan pendapatan pembudi daya, tetapi juga untuk mengurangi aktivitas penangkapan di alam, sehingga kelestariannya dapat terjamin.

Selama kegiatan budi daya udang windu masih berlangsung, maka benih dan induk unggul akan selalu dibutuhkan. Perakitan induk unggul akan berkembang seiring dengan kemajuan sains dan teknologi dengan berbagai pendekatan yang semakin maju

atau modern. Indonesia sebagai salah satu produsen utama perikanan budi daya dunia, yang didukung dengan kekayaan sumber daya genetik yang melimpah, khususnya BRIN diharapkan memberikan angin segar untuk tetap selalu meriset dan berinovasi serta berkolaborasi bersama untuk keberlanjutan perikanan budi daya nasional sebagai bekal untuk generasi mendatang.

Dengan demikian, kegiatan domestikasi, pemuliaan, dan budi daya udang windu memerlukan upaya yang terus-menerus harus dilakukan disertai dengan penerapan teknologi RNAi dan transgenesis serta teknologi modern lainnya sebagai solusi inovatif untuk mengatasi tantangan penyakit dan meningkatkan produktivitas. Oleh karena, BRIN sangatlah diharapkan untuk menjalin kerjasama dengan KKP atau hatcheri/tambak swasta yang memiliki fasilitas yang sangat memadai sehingga penyediaan vaksin dsRNA, induk dan benih unggul dapat segera terwujud. Melalui kerjasama antara sektor publik (pemerintah) dan swasta serta penelitian yang berkelanjutan, diharapkan dapat terwujud kejayaan kembali budi daya udang windu sebagai salah satu aset penting dalam industri akuakultur Indonesia.

## VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada akhir orasi ini, perkenankan saya kembali memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan orasi ini dan akan terus mengemban amanah sebagai peneliti di Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sebagai bagian dari amal dan ibadah kami kepada-Nya.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankanlah kami menyampaikan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, Bapak Jenderal TIN (Purn) H. Prabowo Subianto dan Presiden RI ke-7 Ir. H. Joko Widodo atas amanat dan penugasan saya sebagai peneliti ahli utama di BRIN, Kepala BRIN, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc. atas penetapan saya sebagai Peneliti Ahli Utama, serta Menteri Kelautan dan Perikanan, Sakti Wahyu Trenggono dan Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, S.T., M.Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan kepada Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Dr. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc.; Tim Penelaah Naskah Orasi Prof. Ir. Ketut Sugama, M.Sc. Ph.D.; Prof. Dr. Dra. Haryanti, M.S., dan Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi, M.Sc. yang telah memberikan saran dan masukan sehingga naskah orasi ini layak disampaikan pada sidang terbuka pengukuhan ini, serta Kepada Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A.; Kepala BOSDM BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si; dan Panitia Pelaksana Orasi Pengukuhan Profesor Riset ini.

Pada kesempatan ini, saya juga menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, Kepala Organisasi Kebumian dan Maritim, Prof. Dr. Indroyono Soesilo, Dr. Gellwyn Yusuf, Dr. Endhay Kusnendar, M.S., Prof. Dr. Rizald Max Rompas, dan Dr. Achmad Poernomo, masing-masing sebagai mantan Kepala Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Zulfikar Mochtar, M.Sc, dan Prof. Dr. Syarif Widjaya, masing-masing sebagai mantan Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan, serta. Terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Fayakun Satria, S.Pi, M.App.Sc., Kepala Pusat Riset Perikanan BRIN, Ir. Sofyan Ilyas (alm) mantan Kepala Puslibang Perikanan, Prof. Dr. Fatuchri Sukadi, mantan Kepala Puslitbang dan Dirjen Perikanan Budidaya, Dr. Fuad Cholik, Dr. Ir. I Nyoman Adiasmara Giri, M.S., dan Dr. Tri Heru Prihadi, masing-masing mantan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Yayan Hikmayani, M.Sc., Kepala Pusat Riset Perikanan, dan Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Maros Dr. Andi Indrajaya Asaad, S.Pi, M.Sc.

Ucapan terima kasih kepada Alie Poernomo, M.Sc. (alm.), Dr. Fuad Cholik (alm), Prof. Dr. Ahmad Sudradjat, Dr. Taufik Ahmad, M.Sc (alm), Ir. Muharijadi Atmomarsono, M.Sc, Prof. Dr. Rachman Syah, MS, Prof. Dr. Andi Akhmad Mustafa, MS, Dr. Asda Laining, M.Sc, masing-masing mantan Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Maros. Ketua Kelompok Riset Domestikasi dan Pemuliaan Ikan Dr. Imron, SPi, M.Sc, dan para periset lingkup Pusat Riset Perikanan. Kepada para peneliti, teknisi, litkayasa dan staf lainnya di Balai Riset Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Maros atas dukungan dan kerja samanya sehingga saya dapat mencapai jenjang tertinggi jabatan fungsional peneliti ahli utama. Ucapan terima kasih juga disampaikan

kepada Pembimbing S3, Prof. Dr Komar Sumantadinata (alm), Prof. Dr. Alimuuddin dan Prof. Dr. Sukenda; pembimbing S2, Prof. Lokman Shamsuddin, Prof. Nakisah Mat Amin, dan Prof. Fatimah Ahmad, serta pembimbing S1, Prof. Nassir Nessa (alm), Dr. Syamsu Alam Ali (alm), dan Dr. Daud Thana, serta dosen, guru dan teman sekolah SD-S3 yang telah memberikan motivasi, dukungan nasehat dan bimbingan selama menempuh pendidikan. Terima kasih kepada rekan kerja periset di kelompok riset Domestikasi dan Pemuliaan Ikan terkhusus kepada Andi Tenriulo, S.Si. M.Si (almh) atas kolaborasi dan kehangatan kerja, serta kepada riset asisten dan mahasiswa bimbingan saya atas kerja kerasnya

Kepada kedua orang tua yang sangat ananda cintai dan hormati, Ayahanda H. Andi Mangumpara (alm) dan Ibunda Hj. Andi Mukmin (almh) serta mertua Ir. H. Andi Rasjid Batu (alm) dan Hj. Andi Maryati atas kasih sayang, bimbingan dan do'a yang tulus menjadi semangat hidup ananda dalam melewati segala tantangan. Kepada istriku tercinta Hj. Andi Rasmawati, SKM, M.Kes dan anak-anakku Andi Dhiya Aqilah Parasetia, S.Kep., Ns., Andi Muhammad Atailah Asyraf, S.P., dan Andi Alifiah Aldilah Islamiah, diucapkan banyak terima kasih atas kesabaran, pengertian, dukungan dan keikhlasan dalam keluarga yang menjadi dorongan dalam meniti karir. Juga ucapan terima kasih kepada kakak dan adik tercinta (Andi Marhana, S.Pd, Andi Marafiah, SE.,MS (almh), Ir. Andi Panggeleng, MM. ASEAN Eng, Andi Palesangi, ST. MM) dan adik ipar Kapten (TNI) Andi Muhammad Yasin, S.Sos (alm) serta keluarga besar H. Andi Patonroi dan H. Andi Balla atas pengertian dan dukungannya.

Kepada para undangan, hadirin, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada saya, diucapkan banyak terima kasih. Semoga orasi ilmiah ini bermanfaat untuk iptek akuakultur

yang berkelanjutan khususnya dalam pengembangan budi daya udang windu di Indonesia. Dengan mengucapkan Alhamdulillah, saya mengakhiri orasi ilmiah ini dan mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan dalam menyampaikan orasi ilmiah ini.

*Wabillaahittaufiq walhidaayah.*

*Wassalaamualaikum warahmatullaahi wa barakaatuh.*

## DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin. (2020). *Rekayasa genetika ikan dalam rangka peningkatan produksi perikanan budidaya. Orasi Ilmiah Guru Besar IPB University*. IPB Press, Bogor. IPB Press.
- Beardmore, J. A., & Hoare, K. (2003). Biotechnology and genetics in fisheries and aquaculture. In *Aquaculture Research* (Vol. 36, Issue 10). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01315.x>
- Binayanti, Anshary, H., **Parenrengi, A.**, & Citra Malina, A. (2019). Use of dsRNA WSSV VP19 with different dose for infection control White Spot Syndrome Virus (WSSV) in vaname shrimp *Litopenaeus vannamei*. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 9(8), p9230. <https://doi.org/10.29322/ijsrp.9.08.2019.p9230>
- Coman, G. J., Arnold, S. J., Wood, A. T., & Preston, N. P. (2013). Evaluation of egg and nauplii production parameters of a single stock of domesticated *Penaeus monodon* (giant tiger shrimp) across generations. *Aquaculture*, 400–401, 125–128. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.03.015>
- Dunham, R. A., & Winn, R. N. (2014). Production of Transgenic Fish. In *Transgenic Animal Technology: A Laboratory Handbook: Third Edition*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410490-7.00011-6>
- Gong, Y., & Zhang, X. (2021). RNAi-based antiviral immunity of shrimp. *Developmental and Comparative Immunology*, 115(October 2020), 103907. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103907>
- Hidayani, A. A., & Tassakka, A. C. M. (2016). Isolation and characterization of an envelope protein (VP19) of a white spot

syndrome virus from diseased vannamei (*Litopenaeus vannamei*) in Indonesia. *AACL Bioflux*, 9(2), 389–395.

Kim, D. K., Jang, I. K., Seo, H. C., Shin, S. O., Yang, S. Y., & Kim, J. W. (2004). Shrimp protected from WSSV disease by treatment with egg yolk antibodies (IgY) against a truncated fusion protein derived from WSSV. *Aquaculture*, 237(1–4), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.03.015>

KKP. (2025). *Produksi Perikanan Budi Daya Pembesaran UDang*. <https://portaldata.kkp.go.id/datainsight/produksi-ikan-budidaya/81/UDANG>

Labreuche, Y., & Warr, G. W. (2013). Insights into the antiviral functions of the RNAi machinery in penaeid shrimp. *Fish and Shellfish Immunology*, 34(4), 1002–1010. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.06.008>

Lante, S., Laining, A., & **Parenrengi, A.** (2014). Performa reproduksi induk udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) jantan alam dan domestikasi tambak. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 693–700.

Lante, S., **Parenrengi, A.**, & Tonnek, S. (2012). Pematangan gonad induk udang windu *Penaeus monodon* Fab dengan pakan cacing laut dan moist pelet. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan Tahun 2012. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM*.

Lante, S., Rosmiati, R., **Parenrengi, A.**, Tenriulo, A., & Suryati, E. (2024). Methyltestosterone 17 $\alpha$ - injection as a safe alternative way to enhance maturation and immune response of tiger shrimp *Penaeus monodon* transgenic F1. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1410(012016). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1410/1/012016>

Lante, S., Tenriulo, A., & **Parenrengi, A.** (2015). Performa larva udang windu, *Penaeus monodon* transgenik dan tanpa transgenik

PmAV pasca uji vitalitas dan morfologi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*, 219–225.

- Lante, S., Tenriulo, A., & **Parenrengi, A.** (2018). Performa reproduksi udang windu, *Penaeus monodon* transgenik pasca inseminasi buatan menggunakan sumber spermatofa yang berbeda [Reproductive performance of transgenic tiger shrimp, *Penaeus monodon* after artificial insemination using differen. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 11–20. <https://doi.org/10.15578/jra.13.1.2018.11-20>
- Mangampa, M. (2014). Polikultur udang windu (*Penaeus monodon*), bandeng (*Chanos chanos*), nila srikandi (*Oreochromis aureus x O. niloticus*), dan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) di tambak tanah sulfat masam (TSM). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 1–13.
- Mangampa, M., Suwoyo, H. S., & Pantjara, B. (2012). Komposisi ragam budidaya multitropik komoditas udang windu (*Penaeus monodon*), nila GIFT (*Oreochromis* sp.), rumput laut (*Gracilaria verrucosa*), dan tiram bakau (*Crassostrea iredalei*). *Prosiding Indoaqua - Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2012*, 293–302.
- Millard, R. S., Ellis, R. P., Bateman, K. S., Bickley, L. K., Tyler, C. R., van Aerle, R., & Santos, E. M. (2021). How do abiotic environmental conditions influence shrimp susceptibility to disease? A critical analysis focussed on White Spot Disease. *Journal of Invertebrate Pathology*, 186(September 2019), 107369. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107369>
- Mulyaningrum, S. R. H., **Parenrengi, A.**, Lante, S., Tenriulo, A., Daud, R., & Usman. (2021). Effect of different doses of 17 $\alpha$ -methyl testosterone (17- $\alpha$  MT) hormone on male broodstock of tiger shrimp *Penaeus monodon* sperm quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 777(012024). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012024>

- Mulyaningrum, S. R. H., **Parenrengi, A.**, Tampangallo, B. R., & Trismawanti, I. (2018). Respons imun udang windu *Penaeus monodon* terhadap vaksin dsRNA VP-24 pada dosis berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 77–84. <https://doi.org/10.15578/jra.13.1.2018.77-84>
- Mustafa, A. A., Asaad, A. I. J., & Linthin, D. (2021). Performa budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) pada musim kemarau di tambak Kecamatan Marusu Kabupaten Maros. *Media Akuakultur*, 16(1), 45–56. <https://doi.org/10.15578/ma.16.1.2021.45-56>
- Nawang, A., Haryati, Laining, A., Tenriulo, A., & **Parenrengi, A.** (2024). The effect of natural feed, artemia, on the growth of Tiger shrimp post larvae. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1410(012036). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1410/1/012036>
- Nawang, A., Trismawanti, I., & **Parenrengi, A.** (2014). Produktivitas telur dan daya tetas induk udang windu *Penaeus monodon* asal Aceh dan Takalar. *Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2014*.
- Orlowski, A. (2018). Genetically modified salmon producer AquaBounty advances to product commercialization. *SeaFoodSource*. <https://www.seafoodsource.com/features/genetically-modified-salmon-producer-aquabounty-advances-to-product-commercialization>
- Parenrengi, A.**, Alimuddin, A., Sukenda, S., Sumantadinata, K., & Tenriulo, A. (2009). Karakteristik sekuen cDNA pengkode gen anti virus dari udang windu, *Penaeus monodon*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.15578/jra.4.1.2009.1-13>
- Parenrengi, A.**, Alimuddin, A., Sukenda, S., Sumantadinata, K., Yamin, M., & Tenriulo, A. (2009). Cloning of ProAV promoter isolated from tiger prawn *Penaeus monodon*. *Indonesian Aquaculture Journal*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.15578/iaj.4.1.2009.1-7>

- Parenrengi, A., Alimuddin, A., & Tenriulo, A.** (2017). Characteristic of a viral protein (VP-15) of white spot syndrome virus (WSSV) isolated from infected tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). *Indonesian Aquaculture Journal*, 12(2), 1–9. <https://doi.org/10.15578/iaj.12.2.2017.67-75>
- Parenrengi, A., Lante, S., Tenriulo, A., Suryati, E., & Rosmiati, R.** (2020). Riset perbaikan sistem produksi larva dan kualitas calon induk udang windu *Penaeus monodon*. In *Laporan Teknis, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan* (Issue Desember).
- Parenrengi, A., Lante, S., Tenriulo, A., Suryati, E., Rosmiati, R., Nawang, A., & Sahabuddin, S.** (2021). *Pemantapan sistem produksi larva, pengembangan teknologi RNAi, dan peningkatan kualitas serta pembesaran calon induk udang windu Penaeus monodon*. Technical report of Research Institute for Brackishwater Aquaculture and Fisheries Extension
- Parenrengi, A., Mulyaningrum, S. R. H., Tenriulo, A., & Nawang, A.** (2018). Gen penyandi viral protein 15 (VP-15) WSSV dan aplikasinya sebagai vaksin rekombinan pada udang windu. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 57. <https://doi.org/10.15578/jra.13.1.2018.57-65>
- Parenrengi, A., Suryati, E., Syah, R., Tenriulo, A., Lante, S., Zainuddin, E. N., Aliah, R. S., Farizah, N., Nawang, A., Sulaeman, S., Makmur, M., Rosmiati, R., Gunarto, G., & Herlinah, H.** (2024). Isolation and identification of serotonin compound from banana hump: a reproductive stimulant for tiger shrimp *Penaeus monodon* broodstock enhancement. *PeerJ*, 12(12), e18670. <https://doi.org/10.7717/peerj.18670>
- Parenrengi, A., Syah, R., Tenriulo, A., & Alimuddin.** (2018). Analysis of promoter activity on tiger shrimp *Penaeus monodon* using EGFP (enhanced green fluorescent protein) as a marker gene. *AACL Bioflux*, 11(6), 1937–1946.

- Parenrengi, A., Syah, R., Tenriulo, A., & Alimuddin, A. (2017).** *Promoter antivirus udang windu untuk uji aktivitas promoter secara in-vivo* (Patent No. IDP000047959). Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia.
- Parenrengi, A., Tenriulo, A. A., Lante, S., Nawang, A., Sulaeman, S., & Masruri, M. H. H. (2020).** A preliminary experiment on production of dsRNA by in-vivo and its application to tiger shrimp *Penaeus monodon* larvae for survival enhancement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 584(1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/584/1/012051>
- Parenrengi, A., Tenriulo, A., Alimuddin, A., & Sukenda, S. (2021).** Enhancement of tiger shrimp *Penaeus monodon* resistance to white spot syndrome virus by overexpression of antiviral gene. *International Journal of Agriculture and Biology*, 25(2), 277–284. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.1667>
- Parenrengi, A., Tenriulo, A., & Lante, S. (2022).** Evaluation of different administration methods for dsRNA vaccine delivery : a research progress of VP15-WSSV on tiger shrimp. *Paper Presented in The 3th International Conference Fisheries and Marine*, 18 May 2022.
- Parenrengi, A., Tenriulo, A., Mulyaningrum, S. R. H., Lante, S., & Nawang, A. (2019).** Pengaruh aplikasi dsRNA VP-15 in vitro dan in vivo terhadap sintasan dan respons imun udang windu *Penaeus monodon*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(4), 213. <https://doi.org/10.15578/jra.14.4.2019.213-223>
- Parenrengi, A., Tenriulo, A., Mulyaningrum, S. R. H., Suryati, E., Rosmiati, R., Lante, S., & Nawang, A. (2021).** Effect of different doses of dsRNA VP15 vaccine for controlling white spot syndrome virus infection in tiger shrimp *Penaeus monodon*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 860, 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012031>

- Parenrengi, A.**, Tenriulo, A., Suryati, E., Rosmiati, R., Lante, S., Azis, A. A., & Alimuddin, A. (2022). Application of dsRNA VP15-WSSV by oral vaccination to increase survival rate and response immunes of tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Indian Journal of Animal Research*, 56(7), 893–898. <https://doi.org/10.18805/IJAR.BF-1460>
- Parenrengi, A.**, Tenriulo, A., & Tampangallo, B. R. (2013). Uji tantang udang windu *Penaeus monodon* transgenik menggunakan bakteri patogen *Vibrio harveyi*. *Konferensi Akaukultur Indonesia*, 226–233.
- Parenrengi, A.**, Tenriulo, A., Tampangallo, B. R., Herlinah, H., Rosmiati, R., Suryati, E., Alimuddin, A., Lante, S., Nawang, A., Suwardi, S., & Hidayani, A. A. (2023). Survival and immune responses of F1 transgenic tiger shrimp *Penaeus monodon* against white spot syndrome virus (WSSV). *Sains Malaysiana*, 52(7), 1915–1923. <https://doi.org/10.17576/jsm-2023-5207-02>
- Rahayu, Y. A., Prasmatiwati, F. E., & Suryani, A. (2020). Pendapatan Dan Risiko Usaha Tambak Udang Windu Dan Udang Vaname Di Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 8(2), 287. <https://doi.org/10.23960/jiia.v8i2.4066>
- Rao, M., Cowley, J. A., Murphy, B. S., Stratford, C. N., & Sellars, M. J. (2019). Double-stranded RNA injected into female black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) prior to spawning does not transfer to progeny. *Aquaculture*, 500, 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.09.059>
- Robalino, J., Browdy, C. L., Prior, S., Metz, A., Parnell, P., Gross, P., & Warr, G. (2004). Induction of antiviral immunity by double-stranded RNA in a marine invertebrate. *Journal of Virology*, 78(19), 10442. <https://doi.org/10.1128/jvi.78.19.10442-10448.2004>
- Rosmiati, R., **Parenrengi, A.**, Suryati, E., Lante, S., Harlina, H., Tenriulo, A., & Sahabuddin, S. (2022). Improved reproductive performance of captive male broodstock of tiger shrimp

*Penaeus monodon* with 17 $\alpha$ -methyltestosterone induction. *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 74, 1–10. <https://doi.org/10.46989/001c.31616>

- Saksmerprorne, V., Charoonnart, P., Gangnonngiw, W., & Withyachumnarnkul, B. (2009). A novel and inexpensive application of RNAi technology to protect shrimp from viral disease. *Journal of Virological Methods*, 162, 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.08.010>
- Soleh, M., Priyoutomo, T. P., Anindiastuti, Adiwijaya, D., Maisoni, A., Taslihan, A., Erlina, A., Susanto, A., Hardanu, W., Mardiyanta, A., & Sumantri, I. (2012). *Naskah akademis: Domestikasi udang windu* *Penaeus monodon*.
- Sritunyalucksana, K. (2001). Characterisation of Some Immune Genes in the Black Tiger Shrimp, *Penaeus monodon*. In *ACTA UNIVERSITATIS UPSALIENSIS*.
- Sugama, K., Haryanti, H., Benzie, J. A. ., & Ballment, E. (2002). Genetic variation and population structure of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*, in Indonesia. *Aquaculture*, 205(1–2), 37–48. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00662-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00662-7)
- Suryati, E., Lante, S., Tenriulo, A. A., Rosmiati, R., & **Parenrengi, A.** (2021). Potential of methyl fernesolate isolate from the Cyprus extract in prospective broodstock of shrimp (*Penaeus monodon*. Fab). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 860(1), 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012038>
- Suryati, E., Rosmiati, R., **Parenrengi, A.**, Syah, R., Sulaeman, S., Tenriulo, A., Lante, S., Nawang, A., Makmur, M., & Zainuddin, E. N. (2024). Efficacy of *Cyperus* spp. extract components in improving reproductive performance of captive tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(4), 1312–1319. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.4.19797>

- Suwoyo, H. S., & Sahabuddin, S. (2017). Performa pertumbuhan calon induk udang windu *Penaeus monodon* transfeksi pada generasi yang berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 185–200.
- Suwoyo, H. S., Sahabuddin, S., Sahrijannah, A., Septiningsih, E., & Mulyaningrum, S. R. H. (2020). Grow-out of transfection and non transfection black tiger shrimp broodstock, *Penaeus monodon* in concrete pond. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 584, 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/584/1/012015>
- Tenriulo, A., **Parenrengi, A.**, & Alimuddin. (2012). Analisis marker DNA mikrosatelit udang windu *Penaeus monodon* tahan penyakit dari beberapa populasi alam. *Prodising Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan Tahun 2012, UGM*.
- Tenriulo, A., **Parenrengi, A.**, Lante, S., Suryati, E., Rosmiati, R., & Nawang, A. (2022). Application of dsRNA VP24 vaccine by oral administration at different larval stages of tiger shrimp *Penaeus monodon*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1119(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1119/1/012045>
- Tenriulo, A., **Parenrengi, A.**, & Tampangallo, B. R. (2014). Respons imun udang windu *Penaeus monodon* yang membawa marker DNA tahan penyakit setelah dipapar bakteri patogen *Vibrio harveyi*. *Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2014*.
- Tenriulo, A., Tampangallo, B. R., **Parenrengi, A.**, & Dewi, R. A. (2015). Isolasi dan karakterisasi gen penyandi protein VP-24 WSSV pada udang windu (*Penaeus monodon*) untuk pengembangan teknologi RNAi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 593–598.
- Tonnek, S., Lante, S., & **Parenrengi, A.** (2012). Produksi calon induk udang windu *Penaeus monodon* asal tambak menggunakan

resirkulasi berdasar pasir. *Prosiding IndoAqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2012*.

- Van Hulten, M. C. W., Reijns, M., Vermeesch, A. M. G., Zandbergen, F., & Vlak, J. M. (2002). Identification of VP19 and VP15 of white spot syndrome virus (WSSV) and glycosylation status of the WSSV major structural proteins. *Journal of General Virology*, 83(1), 257–265. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-83-1-257>
- Zhu, Z., He, L., & Chen, S. (1985). Novel gene transfer into the fertilized eggs of gold fish (*Carassius auratus* L. 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 1(1), 31–34. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1985.tb00408.x>

## DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

### A. Buku Nasional

1. **Andi Parenrengi**, Rachman Syah, Emma Suryati, 2010. Budidaya Rumput Laut Penghasil Karaginan (KaraginoFit). Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Tahun 2010, ISBN 978-979-3692-21-0, 54 halaman
2. Emma Suryati, Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, **Andi Parenrengi**. 2012. Teknik Perbanyakan Benih Rumput Laut, *Garcilaria verrucosa* Melalui Teknik Kultur Jaringan. ISBN: 978-979-181-805-6, 28 halaman.
3. Brata Pantjara, Abdul Mansyur, & **Andi Parenrengi**. 2012. Budidaya Udang Melalui Integrated Multitropic Aquaculture (IMTA), ISBN: 978-979-789-043-8, 25 halaman.
4. Syarifuddin Tonnek, Agus Nawang, **Andi Parenrengi**, & Rachman Syah. 2013. Produksi Benih Udang Windu SPF. ISBN: 978-979-181-809-4, 23 halaman
5. Gunarto, Herlinah, & **Andi Parenrengi**. 2014. Pembenuhan Kepiting Bakau *Scylla* spp. ISBN: 978-602-70124-1-7, 34 halaman
6. Gunarto, Muhammad Nur Syafaat, Herlinah, **Andi Parenrengi**, Akhmad Mustafa. 2016. Aspek Biologi dan Teknik Produksi Benih Kepiting Bakau *Scylla* spp. AMAFRAD Press. ISBN 978-9793692-79-1, 62 halaman.

### B. Bagian Buku Nasional

7. **Andi Parenrengi** dan Andi Tenriulo. 2015. Produksi Larva udang windu *Penaeus monodon* tahan penyakit melalui teknologi

transgenesis. Bagian dari buku monograf Pembenihan dan Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*). ISBN: 978-602-74218-0-6

8. Syarifuddin Tonnek, **Andi Parenrengi**, Haryanti. 2015. Produksi udang windu (*Penaeus monodon*) tumbuh cepat di tambak. Bagian dari buku monograf Pembenihan dan Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*). ISBN: 978-602-74218-0-6.
9. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Herlinah, Agus nawang. 2019. Penerapan Teknologi Transgenesis Dalam Menghasilkan Udang Windu Tahan Penyakit. Bunga Rampai Status dan Prsopek Penerapan Molekuler Genetik Pada Udang Windu. p-ISBN:978-602-5791-54-3, e-ISBN:978-602-5791-79-6.
10. Andi Tenriulo Herlinah, Emma Suryati, **Andi Parenrengi**. 2019. Aplikasi Penanda DNA Mikrosatelit Ketahanan Penyakit Pada Udang Windu. 2019.Bunga Rampai Bunga Rampai Status dan Prsopek Penerapan Molekuler Genetik Pada Udang Windu. p-ISBN:978-602-5791-54-3, e-ISBN:978-602-5791-79-6.

### C. Jurnal Internasional

11. **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Rachman Syah, Andi Tenriulo, Samuel Lante, Elmi Nurhaidah Zainuddin, Ratu Siti Aliah, Nuril Farizah, Agus Nawang, Sulaeman Sulaeman, Makmur Makmur, Rosmiati Rosmiati, , Gunarto Gunarto, and Herlinah Herlinah, 2024. Isolation and identification of serotonin compound from banana hump: a reproductive stimulant for tiger shrimp *Penaeus monodon* broodstock enhancement. PeerJ, DOI 10.7717/peerj.18670Gg
12. Gunarto Gunarto, Nurbaya Nurbaya, Herlinah Herlinah, Muliani Muliani, Sulaeman Sulaeman, Rosmiati Rosmiati, Emma Suryati, Muhammad Nur Syafaat, Samuel Lante, **Andi Parenrengi**, dan Idayanti Nursyamsi. 2024. Mud crab, *Scylla tranquebarica* (Fabricius, 1798), crablet grow-out in lined ponds with different

- stocking densities to support soft-shell crab production. J World Aquac Soc. 2024;e13112. <https://doi.org/10.1111/jwas.13112>.
13. Ade Wahyul Fajri Alimin, Nor Asma Husna Yusoff, Ince Ayu Khairana Kadriah, Muharijadi Atmomarsono, **Andi Parenrengi**, Nurhidayah Nurhidayah, Endang Susianingsih, Marina Hassan. 2024. Hemolymph as a biomarker to access the health of decapod crustaceans: a review. International Aquatic Research 16:327–342. DOI:10.22034/iar.2024.2008915.1736
  14. Emma Suryati, Samuel Lante, Andi Tenriulo, Rosmiati Rosmiati, **Andi Parenrengi**, Herlinah Herlinah. 2024. The potential of banana hump extract (*Musa acuminata*) in prospective tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fab) broodstock. AACL Bioflux, Volume 17, Issue 6.
  15. Rosmiati Rosmiati, Harlina Harlina, **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, and Irmawati Irmawati. 2024. Anti-biofouling activity of sponge *Callyspongia pseudoreticulata* components extract against Balanus amphitrite. Indonesian Aquaculture Journal, 19 (2), 147-156. DOI: 10.15578/iaj.19.2.2024.147-156
  16. Emma Suryati, Rosmiati Rosmiati, **Andi Parenrengi**, Rachman Syah, Sulaeman Sulaeman, Andi Tenriulo, Samuel Lante, Agus Nawang, Makmur Makmur, Elmi Nurhaidah Zainuddin. 2024. Efficacy of *Cyperus* spp. extract components in improving reproductive performance of captive tiger shrimp (*Penaeus monodon*). International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology 14(4). DOI: 10.18517/ijaseit.14.4.19797
  17. Andi Aliah Hidayani, Asmi Citra Malina A.R. Tassaka, Nadiarti Nurdin Kadir, Inayah Yasir, Jamaluddin Jompa, Widyastuti Umar, Magdalena Litaay, **Andi Parenrengi**, Samliok Ndobe, Abdul Gani, Amanda Pricella Putri, Muhammad Iqram, Sharifuddin bin Andy Omar, Abigail Mary Moore. 2024. First DNA barcodes of two endemic fishes from the Maros karst region, South Sulawesi, Indonesia. Cybium 2024, 48(3): 247-250. <https://doi.org/10.26028/cybium/2024-015>.

18. Nita Rukminasari, Andi Aliah Hidayani, Wilma Joanna Carolina Moka, Nur Indah Sari Arbit, Sapto Andriyono, **Andi Parenrengi**. 2024. The Identification and Quantification of Marine Fish from Environmental DNA in Sulawesi Waters (Makassar Strait, Flores Sea and Bone Bay), Indonesia. OnLine Journal of Biological Sciences 24 (4): 654.666. DOI:10.3844/ojbsci.2024.654.666.
19. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Bunga Rante Tampangallo, Herlinah Herlinah, Rosmiati Rosmiati, Emma Suryati, Alimuddin Alimuddin, Samuel Lante, Agus Nawang, Suwardi Suwardi & Andi Aliah Hidayani. 2023. Survival and immune responses of F1 transgenic tiger shrimp *Penaeus monodon* against white spot syndrome virus (WSSV). Sains Malaysiana 52(7) July 2023. DOI: <http://doi.org/10.17576/jsm-2023-5207-02>
20. Nita Rukminasari, Andi Aliah Hidayani, **Andi Parenrengi**, Sapto Andriyono. 2023. Detecting DNA of multispecies dinoflagellate cysts in the sediment from three estuaries of Makassar strait and fishing port using CO1 primer: Is it CO1 primer suitable for detecting DNA dinoflagellate?. Baghdad Science Journal, February, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.21123/bsj.2023.7181>.
21. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Emma Suryati, Rosmiati Rosmiati, Samuel Lante, Andi Asmawati Azis. Alimuddin Alimuddin. 2022. Application of dsRNA VP15-WSSV by oral vaccination to increase survival rate and response immunes of tiger shrimp *Penaeus monodon*. Indian Journal of Animal Research, 56(7):893-898, DOI: 10.18805/IJAR.BF-1460.
22. A.C.M.A.R. Tasakka, G. Latama, A.A. Hidayani, **A. Parenrengi**, A. Tenriulo, A.M. Moore, A. Shaheens. 2022. Variability of white spot syndrome virus (WSSV) envelope protein VP28 from diseased shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Indonesia. Sains Malaysiana, 51(9):2775-2788. DOI: 10.17576/jsm-2022-5109-04.
23. Rosmiati Rosmiati, **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Samuel Lante, Harlina Harlina, Andi Tenriulo, Sahabuddin Sahabuddin. 2022.

Improved reproductive performance of captive male broodstock of tiger shrimp *Penaeus monodon* with 17 $\alpha$ -methyltestosterone induction. The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh, 74:1-10, January 2022. DOI: 10.46989/001c.31616

24. Siswati, Hilal Anshary, **Andi Parenrengi**. 2021. The effect extract bioactive compounds seaweed *Codium* sp. on total hemocyte count (THC) of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). International Journal of Scientific and Research Publications, 11(2):94-100. DOI: 10.29322/IJSRP.11.02.2021.p11011.
25. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Alimuddin Alimuddin, and Sukenda Sukenda. 2021. Enhancement of tiger shrimp *Penaeus monodon* resistance to white spot syndrome virus by overexpression of antiviral gene. International Journal of Agriculture and Biology, 25(2):277-284, DOI: 10.17957/IJAB/15.1667.
26. **Andi Parenrengi**, Symon Dworjanyan, Rachman Syah, Petrus Rani Pong-Masak, and Mat Fahrur. 2020. Strain selection for growth enhancement of wild and cultivated eucheumatoid seaweed species in Indonesia. Sains Malaysiana Journal, 49 (10): 2453-2464. DOI:10.17576/jsm-2020-4910-11, 2020.
27. **Andi Parenrengi**, Gunarto, Sulaeman, Andi Tenriulo, and Herlinah. 2020. Reconfirming the species of mud crab genus *Scylla* (de haan, 1833) in Balikpapan, East Kalimantan Province, Indonesia based on mitochondrial 16s rRNA. Indonesian Aquaculture Journal 15(1):7-14. DOI: 10.15578/iaj.15.1.2020.7-14
28. Binayanti, Hilal Anshary, **Andi Parenrengi**, and A. Citra Malina. 2019. Use of dsRNA WSSV VP19 with different dose for infection control white spot syndrome virus (WSSV) in vaname shrimp *Litopenaeus vannamei*. International Journal of Scientific and Research Publications 9(8):197-203. DOI: 10.29322/IJSRP.9.08.2019.p9230.

29. **Andi Parenrengi**, Rachman Syah, Andi Tenriulo, and Alimuddin. 2018. Analysis of promoter activity on tiger shrimp *Penaeus monodon* using EGFP (enhanced green fluorescent protein) as a marker gene. AACL Bioflux 11(6):1937-1946.
30. Habsah Mohamad, Rosmiati, T,S,T Muhammad, Y Andriania, K Bakara, N Ismaila, J Saidina, J Latipd, N Musae and **A Parenrengi**. 2017. Potential secondary metabolites from marine sponge *Aaptos aaptos* for atherosclerosis and vibriosis treatments. Natural Product Communication 12(8):1227-1230.
31. **Andi Parenrengi**, Alimuddin, and , and Andi Tenriulo. 2017. Characteristics of viral protein, VP-15, of whitespot syndrome virus isolated from infected tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). Indonesian Aquaculture Journal, 12 (2):67-75. DOI:10.15578/iaj.12.2.2017.67-75.
32. Gunarto Gunarto, **Andi Parenrengi**, ad Early Septianingsih. 2016. Crablet of Mud Crab *Scylla Olivacea* Production from the Different Stages of Larvae fed Artemia Nauplii Enriched Using *Nannochloropsis* sp. International Journal of Agriculture System, Hasanuddin University 4(2):132-146.
33. Siti Fadilah, Alimuddin, Petrus Rani Pong-Masak, Joko Santoso, and **Andi Parenrengi**. 2016. Growth, morphology and growth-related hormone level in *Kappaphycus alvarezii* Produced by mass selection in Gorontalo, Waters, Indonesia. HAYATI Journal of Biosciences, 23:29-34. DOI: 10.1016/j.hjb.2015.09.004.
34. Andi A. Hidayani, Asmi Citra Malina A. R. Tassakka, and **Andi Parenrengi**. 2016. Isolation and characterization of an envelope protein (VP19) of a White Spot Syndrome Virus from diseased vannamei (*Litopenaeus vannamei*) in Indonesia. AACL Bioflux 9(2):389-395.
35. Yushinta Fujaya, Andi Ivo Asphama, Andi Aliah Hidayani, **Andi Parenrengi**, and Andi Tenriulo. 2016. High genetic variation of *Portunus pelagicus* from Makassar Straits revealed by RAPD

- markers and mitochondrial 16S rRNA sequences. *African Journal of Biotechnology* 15(7):180-190. DOI: 10.5897/AJB2015.15045.
36. St. Hidayah Triana, Alimuddin, Utut Widyastuti, Suharsono, Emma Suryati and **Andi Parenrengi**. 2016. The method of *Agrobacterium Tumefaciens*-mediated *MmCu/Zn-SOD* gene transformation in the red seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Pak. J. Biotechnol.* 13 (4), 221-230. DOI:10.1134/S1021443706020166.
  37. Emma Suryati, Rosmiati, **Andi Parenrengi**, and Andi Tenriulo. 2015. In vitro growth rate of *Kappaphycus alvarezii* micropropagule and embryo by enrichment medium with seaweed extract. *Indonesian Aquaculture Journal* 10(1): 13-17. DOI: 10.15578/iaj.10.1.2015.13-17.
  38. Rosmiati, **Andi Parenrengi**, and Emma Suryati. 2015. Marine sponge *Aaptos suberitoides*, its potential source of natural antibacterial for controlling *Vibrio harveyi* on tiger shrimp (*Penaeus monodon*) culture. *Indonesian Aquaculture Journal* 10(1):33-40. DOI: 10.15578/iaj.10.1.2015.33-40.
  39. **Andi Parenrengi**, Bunga Rante Tampangallo, Andi Tenriulo. 2014. Analysis of immune responses on transgenic shrimp (*Penaeus monodon*) against pathogenic bacterium *Vibrio harveyi*. *Indonesian Aquaculture Journal* 9(1):23-32. DOI: 10.15578/iaj.9.1.2014.23-32.
  40. Rosmiati, Najiah Musa, Habsah Mohammad, Tengku Sifzizul Tengku Muhammad, **Andi Parenrengi**, and Wahyuni. 2014. The effect of marine sponge *Aaptos aaptos* extract in vibriosis treatment of black tiger shrimp *Penaeus monodon* larvae. *Indonesian Aquaculture Journal* 9(2):103-111. DOI: 10.15578/iaj.9.2.2014.103-111.
  41. Gunarto and **Andi Parenrengi**. 2014. Crablet of mangrove crab, *Scylla olivacea* rearing at different salinity regimes. *Journal of Aquaculture Research & Development* 5(5):1-4. DOI: 10.4172/2155-9546.1000255.

42. Andi Parenrengi, **Andi Tenriulo**, & Syamsul Alam Ali. 2012. Genetic variability of three populations of flying fish, *Hirundichthys oxycephalus* from Makassar Strait. Indonesian Aquaculture Journal 7(1):1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/iaj.7.1.2012.1-10>.
43. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, & Samuel Lante. 2012. Expression of antiviral gene on tiger shrimp *Penaeus monodon* at different tissue and body size. Indonesian Aquaculture Journal 7(2):95-104. DOI: 10.15578/iaj.7.2.2012.95-104.
44. **Andi Parenrengi**, Alimuddin, Sukenda, K. Sumantadinata, M. Yamin, A. Tenriulo. 2009. Cloning of ProAV promoter isolated from tiger prawn *Penaeus monodon*. Indonesian Aquaculture Journal 4(1): 1-7. DOI: 10.15578/iaj.4.1.2009.1-7.
45. **Andi Parenrengi** and Andi Tenriulo, 2008. Genetic variability and population structure of grouper (*Epinephelus suillus*) from Makassar Strait and Bone Bay, South Sulawesi, Indonesia. Indonesian Aquaculture Journal Vol.3 No.2, 2008. DOI: 10.15578/iaj.3.2.2008.77-87.
46. Sulaeman Sulaeman, **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Rosmiati Rosmiati. 2007. Genetic, coloration and growth performance of two different varieties of *Kappaphycus alvarezii*. Indonesian Aquaculture Journal 2(1):23-26. DOI: 10.15578/iaj.2.1.2007.23-26
47. Rosmiati, Emma Suryati, **Andi Parenrengi**, dan Sulaeman. 2007. Sponge molecular screening for antimicrobial genes by PCR. Indonesian Aquaculture Journal 2(2):127-131. DOI: 10.15578/iaj.2.2.2007.127-131
48. Muliani, Ince Ayu K, **Andi Parenrengi**, dan Sulaeman. 2006. Genetic diversity of *Vibrio harveyi* isolated from tiger prawn *Penaeus monodon* hatcheries and grow out ponds. Indonesian Aquaculture Journal 1(2):9-15. DOI: 10.15578/iaj.1.1.2006.09-15.

49. **Andi Parenrengi**. 2006. RAPD fingerprinting of the three species of grouper (*Epinephelus* spp.) from Makassar Strait, South Sulawesi. Indonesian Aquaculture Journal 1(2):105-119. DOI: 10.15578/iaj.1.2.2006.105-119.

#### **D. Jurnal Nasional**

50. Rosmiati, Andi Tenriulo, Nurhidayah, Emma Suryati, dan **Andi Parenrengi**. 2020. Isolasi dan identifikasi senyawa aaptaminoid dari *Aaptos aaptos* dan potensi pemanfaatannya untuk pencegahan infeksi bakteri *Vibrio harveyi*. Jurnal Riset Akuakultur 15 (1):41-50. DOI: 10.15578/jra.15.1.2020.41-50.
51. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, Samuel Lante, dan Agus Nawang. 2019. Pengaruh aplikasi dsRNA VP-15 in-vitro dan in-vivo terhadap sintasan dan respon imun udang windu *Penaeus monodon*. Jurnal Riset Akuakultur 4(4):213-223. DOI: 10.15578/jra.14.4.2019.213-223.
52. Mat Fahrur, **Andi Parenrengi**, Makmur, dan Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum. 2019. Performa rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil seleksi di Perairan Laikang Kabupaten Takalar. Media Akuakultur 14 (1), 9-18. DOI: 10.15578/ma.14.1.2019.9-18.
53. Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, **Andi Parenrengi**, Bunga Rante Tampangallo, dan Ike Trismawanti. 2018. Respons imun udang windu *Penaeus monodon* terhadap vaksin dsRNA VP-24 pada dosis berbeda. Jurnal Riset Akuakultur, 13 (1), 77-84. DOI:10.15578/jra.13.1.2018.77-84.
54. Samuel Lante, Andi Tenriulo, dan **Andi Parenrengi**. 2018. Performa reproduksi udang windu, *Penaeus monodon* transgenik pasca inseminasi buatan menggunakan sumber spermatofor yang berbeda. Jurnal Riset Akuakultur, 13 (1), 11-20. DOI:10.15578/jra.13.1.2018.11-20.

55. **Andi Parenrengi**, Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, Andi Tenriulo, dan Agus Nawang. 2018. Gen penyandi viral protein 15 (VP-15) white spot syndrome virus (WSSV) dan aplikasinya sebagai vaksin rekombinan pada udang windu. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13 (1), 57-65. DOI: 10.15578/jra.13.1.2018.57-65.
56. **Andi Parenrengi**, Mat Fahrur, Makmur, dan Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum. 2016. Seleksi rumput laut *Kappaphycus striatum* dalam upaya peningkatan laju pertumbuhan bibit untuk budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11 (3), 235-248. DOI: 10.15578/jra.11.3.2016.235-248.
57. St. Hidayah Triana, Alimuddin, Utut Widyastuti, Suharsono, Emma Suryati and **Andi Parenrengi**. 2016. Perbaikan metode introduksi gen pada *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8 (1), 249-258.
58. Andi Aliah Hidayani, Yushinta Fujaya, Andi Ivo Asphama, and Dody Dharmawan Trijuno, Andi Tenriulo, and **Andi Parenrengi**. 2015. The morphometric character and mitochondrial 16S rRNA Sequence of *Portunus pelagicus*. *Aquacultura Indonesiana*, 16 (1): 1-9 .
59. Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, **Andi Parenrengi** dan Emma Suryat. 2015. Pertumbuhan dan perkembangan eksplan rumput laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* pada Aklimatisasi di Tambak. *Ilmu Kelautan* 20(3):135-142.
60. Ulia Fajriah, Emma Suryati, **Andi Parenrengi**, Suharsono, dan Utut Widyastuti. 2014. Introduksi gen metallothionein tipe 2 ke dalam rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menggunakan *Agrobacterium tumefaciens*. *Jurnal Riset Akuakultur* 9(3): 377-385. DOI: 10.15578/jra.9.3.2014.377-385.
61. Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, **Andi Parenrengi**, Yenny Risjani, dan Happy Nursyam. 2013. Formulasi auksin (indole acetic acid) dan sitokinin Ikinetin, zeatin) untuk morfogenesis serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan, sintasan, dan laju

regenerasi kalus rumput laut, *Kappaphycus alvarezii*. Jurnal Riset Akuakultur 8(1):31-34. DOI: 10.15578/jra.8.1.2013.31-41.

62. Andi Aliah Hidayani, Asmi Citra Malina, **Andi Parenrengi**, dan Ni Putu Linda Wikansari. 2013. Isolasi dan karakterisasi gen penyandi protein permukaan VP19 white spot syndrome virus (WSSV) pada udang udang windu (*Penaeus monodon* Fabricus, 1798). ISSN: 0853-4489. Torani Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan 23(2):58-66.
63. Brata Pantjara dan **Andi Parenrengi**. 2013. Pengelolaan tambak marginal untuk peningkatan produktivitas perikanan air payau di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Jurnal STP (Teknologi Penelitian Terapan). No. 2 Tahun 2013. Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta, ISSN: 1410-7694.
64. **Andi Parenrengi**, Syarifuddin Tonnek, Andi Tenriulo. 2013. Analisis rasio RNA/DNA udang windu *Penaeus monodon* hasil seleksi tumbuh cepat. Jurnal Riset Akuakultur 8(1):1-12. DOI: 10.15578/jra.8.1.2013.1-12.
65. Ristanti Frinra Daud, Utut Widyastuti, Suharsono Suharsono, Emma Suryati, **Andi Parenrengi**. 2012. Introduksi gen sitrat sintase ke dalam rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menggunakan *Agrobacterium tumefaciens*. Jurnal Riset Akuakultur 8(2):201-208. DOI: 10.15578/jra.8.2.2013.201-208.
66. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Syarifuddin Tonnek & Samuel Lante. 2011. Transfer gen antivirus pada embrio udang windu *Penaeus monodon* dalam berbagai konsentrasi DNA. ISSN 1907-6754, Jurnal Riset Akuakultur 6(3):353-361. DOI: 10.15578/jra.6.3.2011.353-361.
67. Samuel Lante, Andi Tenriulo, **Andi Parenrengi**, Rachman Syah, & Asmi Citra Malina. 2011. Keragaman genetik populasi ikan beronang (*Siganus guttatus*) di Selat Makassar dan Teluk Bone menggunakan metode Random Amplified Polymorphic DNA

(RAPD). Jurnal Riset Akuakultur 6(2): 211-224. DOI: 10.15578/jra.6.2.2011.211-224.

68. **Andi Parenrengi**, Alimuddin, Sukenda, K. Sumantadinata, dan A. Tenriulo. 2009. Karakteristik sekuen cDNA pengkode gen anti virus dari udang windu *Penaeus monodon*. Jurnal Riset Akuakultur 4(1):1-13. DOI: 10.15578/jra.4.1.2009.1-13.
69. Sulaeman, Muhamad Yamin, dan **Andi Parenrengi**. 2008. Pengangkutan krablet kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) dengan kepadatan berbeda. Jurnal Riset Akuakultur 3(1):99-104. DOI: 10.15578/jra.3.1.2008.99-104.
70. **Andi Parenrengi**, Sulaeman, Emma Suryati, dan Andi Tenriulo. 2007. Karakteristik genetik *Gracilaria verrucosa* dari beberapa sumber. Akuakultura Indonesiana 8(3):177-182.
71. **Andi Parenrengi**, Sulaeman, Wartono Hadi, dan Andi Tenriulo. 2007. Keragaman morfologi udang pama (*Penaeus semisulcatus*) dari perairan Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Jurnal Riset Akuakultur 2(1): 27-32. DOI: 10.15578/jra.2.1.2007.27-32.
72. Emma Suryati, Rosmiati, **Andi Parenrengi**, dan Andi Tenriulo. 2007. Kultur jaringan rumput laut (*Gracilaria* sp.) dari sumber tallus yang berbeda. Jurnal Riset Akuakultur 2(1):143-147. DOI: 10.15578/jra.2.2.2007.143-147.
73. **Andi Parenrengi**, Sulaeman, E. Suryati, dan Andi Tenriulo. 2006. Karakterisasi genetik rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di Sulawesi Selatan. Jurnal Riset Akuakultur 1(1):1-11. DOI:10.15578/jra.1.1.2006.1-11.
74. Emma Suryati, Rosmiati, dan **Andi Parenrengi**. 2006. Diversifikasi bioaktif dari berbagai sumber daya alam untuk penanggulangan penyakit pada budidaya perikanan pantai. Media Akuakultur 1(3):103-112. DOI: 10.15578/ma.1.3.2006.103-112.
75. Muliani, **Andi Parenrengi**, Sulaeman dan Muharijadi Atmomarsono. 2004. Prevalensi, intensitas, dan transmisi white

- spot syndrome virus (WSSV) pada budidaya udang windu *Penaeus monodon*. 2004. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 10(5):103-110, Tahun 2004.
76. **Andi Parenrengi**, Lokman Shamsudin, Patimah Ismail, Nakisah Mat Amin. 2002. A study on DNA fingerprinting of areolated grouper (*Epinephelus areolatus*) using RAPD analysis. Indonesian Fisheries Research Journal 8(1):11-18. DOI: 10.15578/ifrj.8.1.2002.11-18.
  77. **Andi Parenrengi**. 2002. Non-cryogenic preservation on grouper muscle tissue for DNA analysis. Indonesian Fisheries Research Journal 8(1):41-44. DOI: 10.15578/ifrj.8.1.2002.41-44.
  78. **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Taufik Ahmad. 2002. Potensi sponge penghasil bakterisida dan fungisida alami belum banyak dimanfaatkan. Warta Penelitian Perikanan Indonesia 8(3), Tahun 2002.
  79. Suharyanto, Machluddin Amin, **A. Parenrengi**. 2001. Kondisi terumbu karang di perairan Pulau Baranglombo Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 7(3), Tahun 2001.
  80. Suharyanto, **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Machluddin Amin. 2001. Beberapa aspek biologi sponge di perairan Pulau Barranglombo, Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 7(4):1-8. DOI: 10.15578/jppi.7.4.2001.1-8.
  81. **A. Parenrengi**, Sulaeman. 2001. Deteksi variasi genetik ikan kerapu berdasarkan deretan nukleotida mitokondria DNA. Buletin Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Vol. XVII No.45, Tahun 2001.
  82. Syarifuddin Tonnek, Suharyanto dan **A. Parenrengi**. 2000. Pengaruh kecepatan arus terhadap pertumbuhan tiram mabe, *Pteria penguin*. Buletin Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Vol.7 No.3, Tahun 2000.

83. Emma Suryati, Rosmiati, **Andi Parenrengi**, Nurbaya. 2000. Identifikasi bakteri dan kapang yang bersimbiosis dengan sponge di perairan spermonde, Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 6(1):59-64. DOI: 10.15578/jppi.6.1.2000.59-64.
84. Emma Suryati, **Andi Parenrengi**, dan Rosmiati. 1999. Penapisan serta analisis kandungan bioaktif sponge *Clatria* sp. yang efektif sebagai antibiofouling pada teritip (*Balanus amphitrit*). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 5(3):47-54.
85. **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Dalfiah, Rosmiati. 1999. Studi toksisitas ekstrak sponge *Auleta* sp., *Callyspongia* sp., dan *C. pseudoreticulata* terhadap nener bandeng (*Chanos chanos*). Jurnal Perikanan Indonesia 5(4), Tahun 1999.
86. Muliani, Emma Suryati, Arifuddin Tompo, **Andi Parenrengi**, Rosmiati. 1998. Isolasi bioaktif bunga karang sebagai fungisida pada benih udang windu *Penaeus monodon*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 4(2):13-23. DOI: 10.15578/jppi.4.2.1998.13-23.
87. **Andi Parenrengi**, Syarifuddin Tonnek, dan Sri Ismawati. 1998. Studi jenis dan kelimpahan plankton pada berbagai kedalaman dan hubungannya dengan komposisi makanan tiram mabe (*Pteria penguin*). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 4(4), Tahun 1998.
88. Emma Suryati, **Andi Parenrengi**, Rosmiati, Asda Laini. 1998. Penapisan dan analisis sponge efektif sebagai antibiofouling di tambak dan keramba jaring apung. Torani, Buletin Ilmu dan Teknologi Kelautan, Edisi Khusus, Tahun 1998.
89. Sri Amini dan **Andi Parenrengi**. 1995. Pengaruh variasi komposisi pupuk terhadap pertumbuhan rumput laut *Euchema cottonii* pada kultur in-vitro. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 1(3):47-54. DOI: 10.15578/jppi.1.3.1995.47-54.

90. **Andi Parenrengi** dan Sri Amini. 1994. Kultur rumput laut *Gracilaria verrucosa* secara in-vitro pada berbagai panjang eksplan. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 10(2), Tahun 1994.
91. Sri Amini dan **Andi Parenrengi**. 1994. Perbanyakan benih rumput laut *Gracilaria verrucosa* secara in-vitro dengan perlakuan pupuk yang berbeda. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 10(2), Tahun 1994.
92. Des Roza, Zafran, **Andi Parenrengi**, dan Taufik Akhmad. 1993. Studi pendahuluan penyakit kunang-kunang pada larva kepiting bakau, *Scylla serrata*. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 9(3), Tahun 1993.
93. Zalran, D. Roza, dan **Andi Parenrengi**. 1993. Karakterisasi dan penanggulangan penyakit jamur *Lagenidium* sp. pada larva kepiting bakau *Scylla serrata*. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 9(4):29-40.
94. **Andi Parenrengi**. 1993. Pengaruh perbedaan berat awal terhadap laju pertumbuhan dan produksi rumput laut *Gelidium regidum* (VAHL) Greville. Warta Balitdita 5(1), Tahun 1993.
95. **Andi Parenrengi**, Ibnu Rusdi, Zafran, dan Des Roza Boer. 1993. Identifikasi dan patogenisitas beberapa bakteri *Vibrio* pada larva kepiting bakau, *Scylla serrata*. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 9(3), Tahun 1993.
96. Des Roza, **Andi Parenrengi**, Samuel Lante, dan Jhon Harianto Hutapea. 1993 Pengaruh sistem aliran air terhadap kepadatan bakteri dalam bak pemijahan udang asal tambak. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 9(2), Tahun 1993.

## E. Prosiding Internasional

97. **A Parenrengi**, G Gunarto, A Tenriulo, S Sulaeman, H Herlinah, E Suryati, and S Lante. 2024. Genetic variability of mud crab *Scylla tranquebarica* from Malili, South Sulawesi based on

mitochondrial 16S rRNA sequence: a preliminary assessment. OP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1410 (2024) 012013. DOI: 10.1088/1755-1315/1410/1/012013

98. S Lante, R. Rosmiati, **A Parenrengi**, A Tenriulo, and E. Suryati. 2024. Methyltestosterone 17 $\alpha$ - injection as a safe alternative way to enhance maturation and immune response of tiger shrimp *Penaeus monodon transgenic* F<sub>1</sub>. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1410 (2024) 012016. DOI: 10.1088/1755-1315/1410/1/012016
99. A Nawang, Haryati, A Laining, A Tenriulo, and **A Parenrengi**. 2024. The effect of natural feed, artemia, on the growth of tiger shrimp post larvae. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1410 (2024) 012036. DOI:10.1088/1755-1315/1410/1/012013.
100. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, Emma Suryati, Samuel Lante, Agus Nawang, and Rosmiati Rosmiati. 2022. Morphological discrimination of tiger shrimp *Penaeus monodon* between female and male based on traditional and truss morphometric analyses. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012055. doi:10.1088/1755-1315/1119/1/012055.
101. Andi Tenriulo, **Andi Parenrengi**, Samuel Lante, Emma Suryati, Rosmiati Rosmiati, and Agus Nawang. 2022. Application of dsRNA VP24 vaccine by oral administration at different larval stages of tiger shrimp *Penaeus monodon*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012045. doi:10.1088/1755-1315/1119/1/012045.
102. Emma Suryati, Andi Tenriulo, Rosmiati , **Andi Parenrengi**, dan Sri Rejeki HM. 2022. Regeneration of *Kappaphycus alvarezii* seaweed resulting from the transformation of the PaCs gene (Citrate synthase) to increase resistance to environmental congestion in floating net cages in Pangkep Waters. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012044. doi : 10.1088/1755-1315/1119/1/012044.

103. Rosmiati Rosmiati, Samuel Lante, **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, Andi Tenriulo, and Agus Nawang. Application of 17alpha-methyltestosterone to enhance broodstock maturation of the domesticated black tiger shrimp (*Penaeus monodon*): A comparative study of injection method and oral method. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012038. doi : 10.1088/1755-1315/1119/1/012038.
104. **A Parenrengi**, A Tenriulo, S R H Mulyaningrum, E Suryati, R Rosmiati, S Lante and A Nawang . 2021. Effect of different doses of dsRNA VP15 vaccine for controlling white spot syndrome virus infection in tiger shrimp *Penaeus monodon*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 860 (2021) 012031. doi:10.1088/1755-1315/860/1/012031.
105. S R H Mulyaningrum, **A Parenrengi**, S Lante, A Tenriulo, R Daud and Usman. 2021. Effect of different doses of 17 $\alpha$ -methyl testosterone (17- $\alpha$  MT) hormone on male broodstock of tiger shrimp *Penaeus monodon* sperm quality. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 777(2021)012024. doi:10.1088/1755-1315/777/1/012024.
106. Herlinah, Sulaeman, Gunarto, **A Parenrengi**, and Rosmiati. 2021. Effect of water salinity on survival and osmotic level of larval (zoea stage) of mud crabs *Scylla tranquebarica*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 890 (2021) 012032. doi:10.1088/1755-1315/890/1/012032.
107. Emma Suryati, Samuel lante, A Tenriulo, Rosmiati and **Andi Parenrengi**. 2021. Potential of methyl fernesolate isolate from the Cyprus extract in prospective broodstock of shrimp (*Penaeus monodon*. Fab). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 860 (2021) 012038. doi:10.1088/1755-1315/860/1/012038.
108. Dody D. Trijuno, A. Aliah Hidayani, Asmi C. Malina, Elmi N. Zainuddin, and **A. Parenrengi**. 2021. Isolation and characterization of gonad inhibiting hormone (GIH)-coding gene in black tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)

IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 763 (2021) 012036. doi:10.1088/1755-1315/763/1/012036.

109. **A Parenrengi**, A Tenriulo, S Lante, A Nawang, Sulaeman, and M H Masruri. 2021. A preliminary experiment on production of dsRNA by in-vivo and its application to tiger shrimp *Penaeus monodon* larvae for survival enhancement. DOI:10.1088/1755-1315/584/1/012051. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 584 (2020) 012051.
110. Sulaeman, Herlinah, and **A Parenrengi**. 2020. The consumption rate of tiger prawns (*Penaeus monodon*) on alive Amphipod-Crustacean. DOI:10.1088/1755-1315/564/1/012087. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 564 (2020) 012087.
111. I Andriani, F Agustiani, M Hassan, **A Parenrengi**, and K Inoue. 2018. Preliminary Study on testicular germ cell transplantation of endemic species *Oryzias celebensis*. Journal of Physics: Conf. Series 979 (2018) 012004.
112. Gunarto & **Andi Parenrengi**. 2012. The application of probiotic on mud crab, *Scylla olivacea* zoea-5 larvae reared in laboratory. Proceeding International Conference of Aquaculture Indonesia (ICAI) 2012.
113. Andi Aliah Hidayani, Asmi Citra Malina, dan **Andi Parenrengi**. 2012. Expression of antiviral genes from several organs of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Proceeding of Wallace Darwin Science Symposium 2012.
114. **Andi Parenrengi**, Lokman Shamsudin, Patimah Ismail, Nakisah Mat Amin. 2000. Preliminary study on DNA level marker of grouper fish at different buffer preservation and DNA Extraction method. Preceeding of the 4th National Congress on Genetics, Malaysia 26-28 Sept 2000.

## F. Prosiding Nasional

115. Agus Nawang, Ike Trismawanti, Muhammad Hafid Masruri, dan **Andi Parenrengi**. 2016. Pengelolaan sumber air untuk pemeliharaan larva udang windu, *Penaeus monodon*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2016.
116. Samuel Lante, Andi Tenriulo, dan **Andi Parenrengi**. 2015. Performa larva udang windu, *Penaeus monodon* transgenik dan tanpa transgenik *PmAV* pasca uji vitalitas dan morfologi. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015.
117. Andi Tenriulo, Bunga Rante Tampangallo, **Andi Parenrengi**, dan Riani Andang Dewi. 2015. Isolasi dan karakterisasi gen penyandi protein VP-24 WSSV pada udang windu (*Penaeus monodon*) untuk pengembangan teknologi RNAi. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015.
118. Agus Nawang, Ike Trismawanti, dan **Andi Parenrengi**. 2014. Produktivitas telur dan daya tetas induk udang windu *Penaeus monodon* asal Aceh dan Takalar. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2014. ISBN 978-979-3692.64.7.
119. Samuel Lante, Asda Laining, dan **Andi Parenrengi**. 2014. Performa reproduksi induk udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) jantan alam dan domestikasi tambak. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2014. ISBN 978-979-3692-64-7.
120. Andi Tenriulo, **Andi Parenrengi**, dan Bunga Rante Tampangallo. 2014. Respons imun udang windu *Penaeus monodon* yang membawa marker DNA tahan penyakit setelah dipapar bakteri patogen *Vibrio harveyi*. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2014. ISBN 978-979-3692-64-7.
121. Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, **Andi Parenrengi**, Yenny Risjani, dan Happy Nursyam. 2013. Pengaruh penambahan zat pengatur tumbuh giberellin pada induksi kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2013. ISBN 978-979-789-046-9.

122. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo dan Bunga Rante Tampangallo. 2013. Ujiantang udang windu *Penaeus monodon* transgenik bakteri patogen *Vibrio harveyi*. Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia 2013. Masyarakat Akuakultur Indonesia, ISBN 978-602-19680-2-4.
123. Gunarto & **Andi Parenrengi**. 2013. Monitoring kualitas air dan pakan (rotifer, *Brachiounus* sp. dan *Artemia* sp.) pada pemeliharaan larva kepiting bakau (*Scylla olivacea*) dengan sistem air hijau. Prodising Seminar Nasional Tahunan X Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2013.
124. **Andi Parenrengi**, Andi Tenriulo, & Mariyuliana.. 2012. Pengaruh pemuasaan terhadap rasio RNA/DNA pada berbagai organ dan jaringan udang windu *Penaeus monodon*. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia, Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2012., ISBN 978-602-17572-2-2.
125. Samuel Lante, **Andi Parenrengi** dan Syarifuddin Tonnek. 2012. Pematangan gonad induk udang windu *Penaeus monodon* Fab dengan pakan cacing laut dan moist pelet. Prodising Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2012. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM. ISBN 978-602-9221-13-8.
126. Andi Tenriulo, **Andi Parenrengi**, dan Alimuddin. 2012. Analisis marker DNA mikrosatelit udang windu *Penaeus monodon* tahan penyakit dari beberapa populasi alam. Prodising Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2012. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM. ISBN 978-602-9221-13-8.
127. Herlinah dan **Andi Parenrengi**. 2012. Identifikasi spesies fitoplankton *Chaetoceros* spp. berdasarkan sekuen 16S-rRNA. Prodising Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2012. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM. ISBN 978-602-9221-13-8.

128. Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, **Andi Parenrengi**, Emma Suryati, dan Siti Fadilah. 2012. Induksi kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan penambahan zat pengatur tumbuh golongan auksin. Prodising Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2012. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM. ISBN 978-602-9221-13-8.
129. Syarifuddin Tonnek, Samuel Lante, & **Andi Parenrengi**. 2012. Produksi calon induk udang windu *Penaeus monodon* asal tambak menggunakan resirkulasi berdasar pasir. Prosiding IndoAqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2012.
130. Samuel Lante, Neltje Noebertine Palinggi, & **Andi Parenrengi**. 2011. Pertumbuhan calon induk ikan beronang *Siganus guttatus* turunan pertama (F-1) dengan bobot badan yang berbeda. ISN 979-979-786-039.4. Tahun 2011. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011 (Jilid 2).
131. Andi Tenriuolo, Syarifuddin Tonnek, Bunga Rante Tampangallo, Aan Fibro Widodo, dan **Andi Parenrengi**. 2010. Analisis Ekspresi Gen Antivirus *PmAV* pada udang windu, *Penaeus monodon* yang ditantang dengan WSSV. ISBN 978-979-786-033-2, Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010.
132. B.R. Tampangallo, Muliani dan **A. Parenrengi**. 2008. Deteksi *white spot syndrome virus* (WSSV) pada udang pama (*Penaeus semisulcatus*). ISBN 978-979-704-661-3, Tahun 2008, Prosiding Aquaculture Indonesia 2008, Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI).
133. **Andi Parenrengi**, Rachmansyah, dan Emma Suryati. 2008. Budidaya rumput laut berkelanjutan dengan dukungan teknologi penyediaan benih secara in vitro. ISBN 978-979-786-025-7, Tahun 2008, Teknologi Perikanan Budidaya 2008.
134. Samuel Lante, **Andi Parenrengi**, dan Sulaeman, 2008. Pertumbuhan dan sintasan yuwana udang pama (*Penaeus*

*semisulcatus*) dengan pemberian pakan berbeda. ISBN 978-979-786-025-7, Tahun 2008, Teknologi Perikanan Budidaya 2008.

135. **Andi Parenrengi**, Sulaeman, Samuel Lante, dan Muh. Yamin. 2006. Pengangkutan induk udang pama, *Penaeus semisulcatus* sistem tertutup. ISBN 979-704-424-6, Tahun 2006, Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia 2006, MAI.
136. **Andi Parenrengi** dan Sulaeman. 2006. Optimasi PCR untuk penanda RAPD pada ikan kerapu, *Epinephelus* sp. ISBN 979-704-400-9, Tahun 2006, Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia 2005, MAI.
137. Emma Suryati, **Andi Parenrengi**, Rosmiati. 2000. Analisis bioaktif hydrozoan *Lytocarpus philippinus* yang aktif terhadap bakteri *Pseudomonas* sp. pada udang. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan, Tahun 2000
138. Dahlan Makatutu, Ibnu Rusdi, dan **Andi Parenrengi**. 1998. Studi pendahuluan pengaruh perbedaan waktu awal pemberian makanan alami rotifer, brachionus rotundiformis terhadap sintasan zoea kepiting bakau, *Scylla Serrata* FORSSKAL. Prosiding seminar teknologi perikanan pantai, Tahun 1998
139. Emma Suryati, Rosmiati dan **Andi Parenrengi**. 1999. Analisis dan pemanfaatan senyawa bioaktif *Stylaster* sp. untuk bakterisida pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) di hatcheri. Prosiding Bioteknologi Kelautan Indonesia,
140. **Andi Parenrengi**, A. Marsambuana Pirzan, Muliani, Machluddin Amin, dan Dalfiah. 1998. Laju penyerapan beberapa spesies moluska terhadap plankton pada air tambak udang di laboratorium. Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II. Tahun 1998
141. Emma Suryati, Muliani, **Andi Parenrengi**. 1998. Analisis serta pemanfaatan bioaktif bunga karang *Halichondria* sp. yang aktif menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. pada udang. Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II, Tahun 1998.

142. **Andi Parenrengi**, Sri Amini dan Machluddin Amin. 1994. Pertumbuhan benih *Gracilaria verrucosa* hasil kultur *in-vitro* pada berbagai berat awal berbeda di Pantai Barru. Risalah Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, 1994, ISSN 0853-5051.

### **G. Paten**

143. **Andi Parenrengi**, Rachman Syah, Andi Tenriulo dan Alimuddin. 2017. Promoter antivirus udang windu untuk uji aktivitas promoter secara in-vivo.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Data Pribadi

|                      |                                                                                                                                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nama                 | : Dr. Ir. Andi Parenrengi, M.Sc                                                                                                 |
| Tempat/Tanggal Lahir | : Cakkela (Bone), 18 Agustus 1967                                                                                               |
| Anak ke              | : 4 dari 5 bersaudara                                                                                                           |
| Jenis Kelamin        | : Laki-laki                                                                                                                     |
| Nama Ayah Kandung    | : H. Andi Mangumpara                                                                                                            |
| Nama Ibu Kandung     | : Hj. Andi Mukmin                                                                                                               |
| Nama Isteri          | : Andi Rasmawati, SKM, M.Kes.                                                                                                   |
| Jumlah Anak          | : 3 (tiga)                                                                                                                      |
| Nama Anak            | : 1. Andi Dhiya Aqilah Parasetia,<br>S.Kep, Ns<br>2. Andi Muhammad Atailah<br>Asyraf, S.P<br>3. Andi Alifiah Aldillah Islamiah  |
| Nama Instansi        | : Pusat Riset Perikanan, Organisasi<br>Riset Kebumian dan Maritim, Badan<br>Riset dan Inovasi Nasional                          |
| Judul Orasi          | : Teknologi RNAi dan Transgenesis<br>Terhadap Pengembangan Induk<br>dan Benih Unggul Udang Windu<br>( <i>Penaeus monodon</i> ). |
| Ilmu                 | : Perikanan                                                                                                                     |
| Bidang               | : Akuakultur                                                                                                                    |
| Kepakaran            | : Pemuliaan dan Genetika Ikan                                                                                                   |

No. SK Pangkat : Nomor 15/K Tahun 2023, tanggal  
Terakhir 14 Juli 2023

No. SK Peneliti Ahli : Nomor 2/M Tahun 2023, tanggal 9  
Utama Januari 2023

## B. Pendidikan Formal

| No | Jenjang | Nama Sekolah / PT / Universitas | Tempat / Kota / Negara | Tahun Lulus |
|----|---------|---------------------------------|------------------------|-------------|
| 1  | SD      | SD Negeri 283 Cakkela           | Bone/Indonesia         | 1980        |
| 2  | SMP     | SMP Negeri Palattae             | Bone/Indonesia         | 1983        |
| 3  | SMA     | SMA Negeri 372 Mara             | Bone/Indonesia         | 1986        |
| 4  | S1      | Universitas Hasnuddin           | Makassar/Indonesia     | 1991        |
| 5  | S2      | Universiti Putra Malaysia       | Serdang/Malaysia       | 2001        |
| 6  | S3      | Institut Pertanian Bogor        | Bogor/Indonesia        | 2010        |

## C. Pendidikan Non Formal

| No | Nama Pelatihan / Pendidikan                                                | Tempat/Kota / Negara   | Tahun |
|----|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|
| 1  | Pendidikan dan Pelatihan Prajabatan Tingkat III                            | Denpasar/Indonesia     | 1993  |
| 2  | The intensive training program on the quantitative genetics to aquaculture | Silang Cavite/Filipina | 1995  |

|    |                                                                                             |                     |      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|
| 3  | Training on quantitative genetics and selective breeding                                    | Sukamandi/Indonesia | 1996 |
| 4  | Pendidikan dan Pelatihan Fungsional Peneliti                                                | Makassar/Indonesia  | 1996 |
| 5  | Kursus Academic and TOEFL Preparation                                                       | Bogor/Indonesia     | 1998 |
| 6  | Training on coastal aquaculture technology                                                  | Busan/Korea         | 2004 |
| 7  | Advanced seminar on fisheries and aquaculture.                                              | Huelva/Spain        | 2006 |
| 8  | Pendidikan dan Pelatihan Pengelolaan APBN                                                   | Sukamandi/Indonesia | 2006 |
| 9  | Pendidikan dan Pelatihan Kepemimpinan Tingkat-IV                                            | Sukamandi/Indonesia | 2007 |
| 10 | Pendidikan dan Pelatihan Kepemimpinan Tingkat-III                                           | Sukamandi/Indonesia | 2013 |
| 11 | Training Quality Management System ISO 9001:2008                                            | Maros/Indonesia     | 2014 |
| 12 | Inhouse Training Research Product Review: Genomic, Proteomics and Cell Analysis             | Maros/Indonesia     | 2018 |
| 13 | Pelatihan dan Workshop Penyusunan Dokumen Integrasi ISO/IEC 17025:2017 dengan ISO 9001:2015 | Maros/Indonesia     | 2018 |
| 14 | In House Training Auditor Untuk Audit Internal Pedoman KNAPPP 02:2017                       | Maros/Indonesia     | 2018 |
| 15 | Workshop of Molecular Methods for Macroalga Identification.                                 | Maros/Indonesia     | 2019 |

|    |                                                                                                  |                          |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|
| 16 | DNA Barcoding and Genetic Analysis Online Course                                                 | Bogor/Indonesia (Online) | 2020 |
| 17 | Training Penggunaan Alat 7500 Fast Real-Time Polymerase Chain Reaction                           | Maros/Indonesia          | 2021 |
| 18 | Workshop Pelatihan Pembacaan Hasil Analisis Sekuensing dan Evaluasi Nukleotida                   | Maros                    | 2022 |
| 19 | Workshop Preparation of Proposal and English Manuscript Prior to Submission to Reputable Journal | Maros                    | 2022 |
| 20 | MII Training Course: Ichthyology and Fisheries Science (series 5: Ikan Laut dan Payau)           | Aceh (Online)            | 2023 |
| 21 | Workshop on eDNA Metabarcoding and Genomics                                                      | Makassar                 | 2024 |

#### **D. Jabatan Struktural**

| No | Jabatan / Pekerjaan       | Nama Instansi                                        | Tahun       |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------|-------------|
| 1  | Kepala Sub Seksi Program, | Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai           | 2003 - 2007 |
| 2  | Kepala Balai              | Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau | 2012 - 2016 |

### E. Jabatan Fungsional

| No | Jenjang Jabatan               | TMT        |
|----|-------------------------------|------------|
| 1  | Asisten Peneliti Muda (III/a) | 1-12-1995  |
| 2  | Ajun Peneliti Muda (III/b)    | 1-08-1998  |
| 3  | Ajun Peneliti Muda (III/c)    | 1-04-2000  |
| 4  | Peneliti Ahli Muda (III/d)    | 1-12-2005  |
| 5  | Peneliti Ahli Madya (IV/a)    | 1-12-2010  |
| 6  | Peneliti Ahli Madya (IV/b)    | 1-10-2012  |
| 7  | Peneliti Ahli Madya (IVc)     | 1-04-2016  |
| 8  | Peneliti Ahli Utama (IV/d)    | 25-01-2023 |

### F. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

| No | Jabatan / Pekerjaan                                                                                                       | Pemberi Tugas | Tahun            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|
| 1  | Delegasi Indonesia dalam mengikuti kegiatan Farm Tour dan Workshop di Bergen, Norwegia                                    | KKP/ Norwegia | 2010             |
| 2  | Tim penilai pelepasan jenis/varietas ikan                                                                                 | KKP           | 2011, 2012, 2014 |
| 3  | Anggota Project RICA-ACIAR “Improved seaweed culture and postharvest waste utilisation in South-East Asia” SMAR/2008/025. | KKP-ACIAR     | 2010-2014        |
| 4  | Koordinator Downstream Application of Shrimp Farm Monitoring of INDESO Project                                            | KKP           | 2013-2014        |
| 5  | Ketua Kelompok Peneliti Perbenihan, Genetika, dan Bioteknologi, BPPBAP Maros                                              | KKP           | 2016-2020        |

|    |                                                                                                                                                                    |                           |           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------|
| 6  | Delegasi Indonesia sebagai peserta Indonesian Innovation Day 2019 di Jerman                                                                                        | Kemenristek               | 2019      |
| 7  | Ketua Pusat Unggulan Iptek (PUI) Udang                                                                                                                             | Kemenristek               | 2019-2021 |
| 8  | Tenaga Ahli Dinas Kelautan dan Perikanan, Provinsi Sulawesi Selatan                                                                                                | Gubernur Sulawesi Selatan | 2019-2022 |
| 9  | Tim Reviu Kualitas Data Induk Jenis Ikan Tahun 2020.                                                                                                               | KKP                       | 2020      |
| 10 | Tim Pengelola Sumber Daya Genetik Ikan Indonesia Tahun 2020                                                                                                        | KKP                       | 2020      |
| 11 | Anggota Research Collaboration UMT Malaysia, “Mechanism of Pathogenic Parasite Affect The Role of Hemocytes And Lymphoid Functionality in <i>Penaeus monodon</i> ” | KKP                       | 2021-2022 |
| 12 | Anggota Penelitian Fundamental Kolaboratif-UNHAS, 2 kegiatan riset                                                                                                 | UNHAS                     | 2023      |
| 13 | PIC Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) Gelombang ke-2 (3 tahun)                                                                                         | ORKM                      | 2023-2025 |

### G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

| No | Nama Kegiatan          | Peran/Tugas | Penyelenggara (kota, Negara) | Tahun |
|----|------------------------|-------------|------------------------------|-------|
| 1  | World Aquaculture 2005 | Presenter   | WAS (Denpasar)               | 2005  |

|    |                                                                  |            |                                   |               |
|----|------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------|---------------|
| 2  | Konferensi Nasional Akuakultur (MAI)                             | Pemakalah  | MAI<br>(Makassar/<br>Surabaya)    | 2005-<br>2007 |
| 3  | Simposium Nasional Riset Kelautan dan Perikanan                  | Pemakalah  | KKP<br>(Jakarta)                  | 2007          |
| 4  | Diseminasi Teknologi dalam Pengembangan Budidaya                 | Narasumber | KKP<br>(Batam)                    | 2008          |
| 5  | Sarasehan dan Temu Konsultasi Teknologi Perikanan Budidaya       | Narasumber | KKP<br>(Probolinggo)              | 2009          |
| 6  | International Symposium on Ocean Science, Technology, and Policy | Presenter  | WOC<br>(Manado)                   | 2009          |
| 7  | Seminar Nasional Perikanan Indonesia                             | Pemakalah  | STP<br>(Jakarta)                  | 2009          |
| 8  | Forum Inovasi Teknologi Akuakultur (FITA)                        | Pemakalah  | KKP<br>(Bandar<br>Lampung)        | 2010          |
| 9  | Workshop on Challenges in Aquaculture Development                | Presenter  | Norwegia<br>(Bergen,<br>Norwegia) | 2010          |
| 10 | Forum Inovasi Teknologi Akuakultur (FITA)                        | Pemakalah  | KKP<br>(Denpasar)                 | 2011          |
| 11 | Sosialisasi IPTEKMAS Budidaya Rumput Laut                        | Narasumber | KKP<br>(Parimo, Sulteng)          | 2012          |

|    |                                                                              |            |                        |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|------|
| 12 | Workshop Produksi dan Distribusi Induk Unggul Ikan Air Payau/Laut            | Narasumber | KKP (Bogor)            | 2012 |
| 13 | Bimbingan Teknis Budidaya Perikanan                                          | Narasumber | DKP Nunukan (Kaltara)  | 2012 |
| 14 | Temu Teknis Pengembangan Budidaya Rumput Laut                                | Narasumber | KKP (Makassar)         | 2013 |
| 15 | Indonesia-FAO Regional Workshop on Seaweed Culture, Handling, and Processing | Narasumber | FAO (Jakarta)          | 2013 |
| 16 | Temu Koordinasi Pembenihan Udang dan Penggelondongan                         | Narasumber | DKP Sulsel (Pare-Pare) | 2013 |
| 17 | Pelatihan Budidaya Rumput Laut                                               | Narasumber | DKP Kaltara (Nunukan)  | 2014 |
| 18 | Penyegaran Teknologi Perikanan Budidaya Bagi Penyuluh                        | Narasumber | KKP (Maros)            | 2015 |
| 19 | Apresiasi Pembinaan Mutu Perbenihan                                          | Narasumber | DKP Sulsel (Makassar)  | 2015 |
| 20 | Kegiatan Peningkatan Daya Saing Penyuluh Perikanan                           | Narasumber | DKP Sulsel (Makassar)  | 2015 |
| 21 | Temu Lapang Demfarm Budidaya Udang Vaname                                    | Narasumber | KKP (Pinrang)          | 2015 |

|    |                                                                                          |            |                       |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|------|
| 22 | Sosialisasi Kegiatan Paket Budidaya Rumput Laut                                          | Narasumber | DKP Kaltim (Berau)    | 2016 |
| 23 | Bimtek Peningkatan Keterampilan Beragribisnis Komoditi Unggulan Perikanan (Angkatan III) | Narasumber | DKP Sulsel (Makassar) | 2016 |
| 24 | Bimbingan Teknis Penyuluh Perikanan Swadaya Angkatan II/2016                             | Narasumber | DKP Sulsel (Makassar) | 2016 |
| 25 | Bimbingan Teknologi Budidaya Air Payau Bagi Penyuluh Perikanan.                          | Narasumber | KP (Barru)            | 2017 |
| 26 | Asian-Pasific Aquaculture (APA 2017)                                                     | Presenter  | WAS (Malaysia)        | 2017 |
| 27 | Seminar Hasil kerekayasaan Tahun 2017                                                    | Pemakalah  | KKP (Situbondo)       | 2017 |
| 28 | Workshop Teknis Inovasi Teknologi Budidaya Perikanan                                     | Narasumber | DKP Jatim (Malang)    | 2018 |
| 29 | The 1st International MarSave–Unhas Symposium (IMUS)                                     | Presenter  | UNHAS (Makassar)      | 2018 |
| 30 | The 2nd International Symposium on Marine Science and Fisheries                          | Presenter  | UNHAS (Makassar)      | 2019 |

|    |                                                                                        |            |                       |      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|------|
| 31 | Workshop Diseminasi Inovasi Kelautan dan Perikanan bagi Penyuluh KP                    | Narasumber | KKP (Sulut)           | 2019 |
| 32 | FGD Penyusunan Model Klaster Inovasi Berbasis Produk Unggulan Daerah (PUD) Udang Windu | Narasumber | Kemenristek (Pinrag)  | 2019 |
| 33 | Temu Lapang Budidaya Udang                                                             | Narasumber | DKP Sulsel (Bone)     | 2019 |
| 34 | Temu Teknsi Budidaya Rumput Laut                                                       | Narasumber | DKP Sulsel (Makassar) | 2019 |
| 35 | Diseminasi Teknologi Kegiatan Pusat Unggulan Inovasi Daerah                            | Narasumber | Kemenristek (Kaltim)  | 2019 |
| 36 | The 2nd International Symposium on Marine Science and Fisheries                        | Presenter  | UNHAS (Makassar)      | 2019 |
| 37 | The 3rd International Symposium on Marine Science and Fisheries.                       | Presenter  | UNHAS (Makassar)      | 2020 |
| 38 | The 1 <sup>st</sup> International Conference on Fisheries and Marine (ICFM-I)          | Presenter  | UNKHAIR (Ternate)     | 2020 |
| 39 | The 4th International Marine and Fisheries Symposium                                   | Presenter  | UNHAS (Makassar)      | 2021 |

|    |                                                                                                          |           |                          |      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|------|
| 40 | The 5th International Marine and Fisheries Symposium.                                                    | Presenter | UNHAS<br>(Makassar)      | 2022 |
| 41 | The 3rd International Conference on Fisheries and Marine                                                 | Presenter | UNKHAIR<br>(Ternate)     | 2022 |
| 42 | The 6th International Marine and Fisheries Symposium.                                                    | Presenter | UNHAS<br>(Makassar)      | 2023 |
| 43 | The Joint Seminar Between Wageningen University & Research Center For Marine and Land Bioindustry (BRIN) | Presenter | BRIN<br>(Mataram-Hybrid) | 2023 |

## H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

| No | Nama Jurnal                    | Penerbit                                  | Peran/Tugas   | Tahun         |
|----|--------------------------------|-------------------------------------------|---------------|---------------|
| 1  | Jurnal Akuakultur Indonesia    | Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB | Mitra Bestari | 2012-sekarang |
| 2  | Jurnal Riset Akuakultur        | Pusat Riset Perikanan                     | Mitra Bestari | 2016-sekarang |
| 3  | Indonesian Aquaculture Journal | Pusat Riset Perikanan                     | Mitra Bestari | 2016-sekarang |
| 4  | Jurnal Kebijakan Perikanan     | Pusat Riset Perikanan                     | Mitra Bestari | 2017          |
| 5  | Media Akuakultur               | Pusat Riset Perikanan                     | Mitra Bestari | 2017-sekarang |

|    |                                      |                                                             |               |               |
|----|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 6  | Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan   | Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo | Editor        | 2020-sekarang |
| 7  | AACL                                 | Bioflux                                                     | Mitra Bestari | 2020          |
| 8  | African Journal of Biotechnology     | Academic Journals                                           | Mitra Bestari | 2020          |
| 9  | Biodiversitas                        | Society for Indonesian Biodiversity                         | Mitra Bestari | 2021, 2022    |
| 10 | Indonesian Journal of Marine Science | Universitas Diponegoro                                      | Mitra Bestari | 2023          |

## I. Karya Tulis Ilmiah

| No | Kualifikasi Penulis     | Jumlah |
|----|-------------------------|--------|
| 1  | Penulis Tunggal         | 3      |
| 2  | Bersama penulis lainnya | 139    |
|    | Total                   | 142    |
| No | Kualifikasi Bahasa      | Jumlah |
| 1  | Bahasa Indonesia        | 85     |
| 2  | Bahasa Inggris          | 57     |
|    | Total                   | 142    |

## J. Pembinaan Kader Ilmiah

### Pejabat Fungsional Peneliti

| No | Nama                                  | Instansi                          | Peran/Tugas                                | Tahun |
|----|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-------|
| 1  | Sri Redjeki<br>Hesti<br>Mulyaningrum, | Pusat Riset<br>Perikanan, KKP     | Pembimbing S2<br>(UNIBRAW)                 | 2010  |
| 2  | Bunga Rante<br>Tanpangallo            | Pusat Riset<br>Perikanan, KKP     | Pembimbing S2<br>(UNHAS)                   | 2012  |
| 3  | Rosmiati                              | Pusat Riset<br>Perikanan, KKP     | Pembimbing<br>Anggota S3<br>(UPM-Malaysia) | 2012  |
| 4  | Sahabuddin                            | Pusat Riset<br>Perikanan, KKP     | Tim Penguji<br>Promosi Doktor              | 2015  |
| 5  | Bunga Rante<br>Tampangallo            | Pusat Riset<br>Perikanan,<br>BRIN | Tim Penguji<br>Tertutup Doktor             | 2024  |

### Mahasiswa

| No | Nama                       | PT/Universitas | Peran/Tugas   | Tahun |
|----|----------------------------|----------------|---------------|-------|
| 1  | Rimal Hamal                | UNHAS          | Pembimbing S2 | 2005  |
| 2  | Anny Hary Ayu              | UNHAS          | Pembimbing S1 | 2011  |
| 3  | Mariyuliana                | UNHAS          | Pembimbing S1 | 2011  |
| 4  | Enti Karnila               | UNHAS          | Pembimbing S1 | 2012  |
| 5  | Ni Putu Linda<br>Wikarsari | UNHAS          | Pembimbing S1 | 2012  |
| 6  | Anita Dwi<br>Haryati       | UNHAS          | Pembimbing S1 | 2012  |
| 7  | Ike Ikarti                 | UNHAS          | Pembimbing S1 | 2012  |

|    |                           |       |                               |      |
|----|---------------------------|-------|-------------------------------|------|
| 8  | Hasnidar                  | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2014 |
| 9  | Indra Cahyono             | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2015 |
| 10 | Letty Fujaya              | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2015 |
| 12 | Rahmi                     | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2017 |
| 13 | Sutia Budi                | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2017 |
| 14 | Ridwan                    | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2017 |
| 15 | Asrianti                  | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2017 |
| 16 | Arifuddin                 | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2017 |
| 17 | Elmiwia Rani<br>Baturante | UNHAS | Pembimbing S2                 | 2017 |
| 18 | Nurhaeda                  | UNHAS | Pembimbing S2                 | 2017 |
| 19 | Binayanti                 | UNHAS | Pembimbing S2                 | 2019 |
| 20 | Nur Indah Sari<br>Arbit   | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2019 |
| 21 | Muslimin                  | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2019 |
| 22 | Burhanuddin               | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2019 |
| 23 | Widyastuti                | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2019 |
| 24 | Parman                    | UNHAS | Tim Penguji<br>Promosi Doktor | 2020 |
| 25 | Siswati                   | UNHAS | Pembimbing S2                 | 2020 |

|    |                  |       |                                                         |      |
|----|------------------|-------|---------------------------------------------------------|------|
| 26 | Muhammad Afrizal | UNHAS | Tim Penguji Seminar Hasil, Tertutup, dan Promosi Doktor | 2021 |
| 27 | Nurjiranah       | UNHAS | Tim Penguji Promosi Doktor                              | 2022 |
| 28 | Sufardin         | UNHAS | Tim Penguji Promosi Doktor                              | 2022 |
| 29 | Dian Novita Sari | IPB   | Penguji Tertup dan Terbuka S3                           | 2022 |
| 30 | Amriana          | UNHAS | Tim Penguji Promosi Doktor                              | 2022 |
| 31 | Heriansyah       | UNHAS | Tim Penguji Tertutup Doktor                             | 2023 |

## K. Organisasi Profesi Ilmiah

| No | Jabatan                 | Nama Organisasi        | Tahun         |
|----|-------------------------|------------------------|---------------|
| 1  | Anggota                 | Himpenindo (PPI) Pusat | 2019-sekarang |
| 2  | Tim Pakar               | PPI Korda Sulsel       | 2022-sekarang |
| 3  | Anggota                 | MAI Pusat              | 2004-sekarang |
| 4  | Dewan Pakar             | MAI Korda Sulsel       | 2016-2019     |
| 5  | Dewan Profesi dan Pakar | ISPIKANI Cabang Sulsel | 2018-2022     |

## L. Tanda Penghargaan

| No | Nama Penghargaan                                  | Pemberi Penghargaan | Tahun |
|----|---------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 1  | Penulis Laporan Penelitian Lima Terbaik 1997/1998 | Kepala Puslibangkan | 1998  |

|   |                                  |             |      |
|---|----------------------------------|-------------|------|
| 2 | Satya Lancana Karya Satya X      | Presiden RI | 2005 |
| 3 | Peserta Terbaik VI Diklatpim IV  | KKP         | 2007 |
| 4 | Peserta Terbaik IV Diklatpim III | KKP         | 2013 |
| 5 | Satya Lancana Wirakarya          | Presiden RI | 2014 |
| 6 | Satya Lancana Karya Satya XX     | Presiden RI | 2017 |
| 7 | Satya Lancana Karya Satya XXX    | Presiden RI | 2022 |

Udang windu (*Penaeus monodon*) adalah spesies asli Indonesia dan komoditas perikanan utama yang berkontribusi pada devisa negara. Udang windu memiliki potensi besar di Indonesia karena kondisi geografis yang mendukung, permintaan pasar tinggi, dan dukungan pemerintah. Produksi berkelanjutan udang windu membutuhkan benih dan induk berkualitas, baik SPF maupun SPR melalui domestikasi, pemuliaan, dan budi daya. Namun, tantangan seperti penyakit, kualitas benih, dan perubahan lingkungan perlu diatasi.

Orasi ini menyajikan riset dan inovasi teknologi, termasuk RNAi dan transgenesis yang diperlukan untuk mengoptimalkan pengembangan udang windu, khususnya dalam dukungan kegiatan domestikasi, pemuliaan, dan budi dayanya. Aplikasi teknologi RNAi dan transgenesis telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung domestikasi dan pemuliaan udang windu. Teknologi RNAi berbasis dsRNA-VP dapat meningkatkan resistansi terhadap infeksi virus seperti WSSV dengan menargetkan gen virulensi. Teknologi transgenesis memungkinkan peningkatan ketahanan tubuh udang melalui transfer gen antivirus, menghasilkan induk dan benih unggul. Namun, tantangan seperti metode transfer yang efisien, pemilihan gen yang tepat, serta isu etika, dan regulasi masih perlu diatasi untuk penerapan yang lebih luas dalam budi daya udang windu.

Riset dan inovasi teknologi RNAi dan transgenesis untuk udang windu memerlukan pendekatan komprehensif, didukung kebijakan yang kuat. Riset ke depan harus difokuskan pada pengembangan vaksin dsRNA dan over-ekspresi gen antivirus untuk mendukung domestikasi, dan pemuliaan udang windu serta aplikasi bioteknologi modern lainnya, seperti iptek berbasis -omik dan *gene/genome editing*. Kebijakan mendukung domestikasi dan pemuliaan secara berkelanjutan sangat penting untuk menjaga kualitas benih dan induk. Perlu regulasi ketat untuk memastikan keamanan pangan dan lingkungan, serta dukungan litbangjirap untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan industri budi daya udang windu.

BRIN Publishing  
*The Legacy of Knowledge*

Diterbitkan oleh:  
**Penerbit BRIN**, anggota Ikapi  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,  
Jln. M.H. Thamrin No. 8,  
Kota Jakarta Pusat 10340  
**E-mail:** penerbit@brin.go.id  
**Website:** penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.1960



ISSN 3090-8485



9 773090 848005