

## PENERAPAN BIOTEKNOLOGI DALAM BUDIDAYA SPESIES IKAN PENTING SECARA KOMERSIAL

Aisyah<sup>1\*</sup>, Yuniar Mulyani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi Perikanan, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia*

*\*Penulis korespondensi: aisyah14598@gmail.com*

### ABSTRAK

Penerapan bioteknologi dalam budidaya spesies ikan penting secara komersial telah menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan ketahanan terhadap tantangan lingkungan dan penyakit. Tinjauan ini menyajikan gambaran menyeluruh tentang berbagai teknologi bioteknologi yang telah diterapkan dalam konteks budidaya ikan komersial, dengan penekanan pada aplikasi genetika, bioteknologi reproduksi, nutrigenom, dan rekayasa genetika. Strategi genetika termasuk pemuliaan selektif untuk sifat-sifat produksi yang diinginkan dan penggunaan marker genetik untuk pemantauan dan seleksi genomik. Sementara itu, bioteknologi reproduksi telah melakukan pengembangan teknik reproduksi buatan, seperti inseminasi buatan, fertilisasi in vitro, dan penggunaan hormon untuk mengatur siklus reproduksi. Pendekatan nutrigenomika telah membantu dalam memahami respons ikan terhadap pakan dan pengoptimalan formulasi pakan berdasarkan profil genetik individu. Selain itu, teknik kloning dan rekayasa genetika telah menghadirkan kemungkinan untuk pengembangan ikan transgenik dengan sifat-sifat yang disesuaikan, seperti ketahanan terhadap penyakit atau toleransi lingkungan yang lebih baik.

**Kata Kunci:** bioteknologi, budidaya ikan komersial, genetika, reproduksi, nutrigenomika, teknik rekayasa genetika

### 1 PENDAHULUAN

Budidaya perikanan merupakan sektor bisnis pertanian dengan pertumbuhan tercepat di dunia, dan produksi ikan dunia terdiri dari penangkapan ikan di alam dan budidaya perikanan. Beberapa tahun terakhir, produksi ikan terus meningkat hingga mencapai sekitar 120 juta ton dan menyumbang 52% dari total ikan untuk konsumsi manusia (Labh, 2023). Menurut laporan Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) pada tahun 2016, produksi pangan laut budidaya telah meningkat secara dramatis sejak tahun 1994, saat penangkapan hasil perikanan relatif tidak berubah (FAO, 2016). Selama ini, industri perikanan budidaya telah menjadi kontributor penting bagi perekonomian nasional di banyak negara, khususnya Tiongkok, Meksiko, dan negara-negara Asia Tenggara (SEA). Produksi perikanan budidaya dunia pada tahun 2014 adalah bernilai hingga US\$160,2 miliar, yang mana US\$99,2 miliar berasal dari ikan bersirip, US\$19 miliar dari moluska, US\$36,2 miliar dari krustasea, dan US\$3,7 miliar dari hewan air lainnya termasuk amfibi. Namun, industri penting ini terus-menerus terancam oleh kemungkinan meluasnya infeksi hewan yang ditanakkan secara intensif, yang dapat mengakibatkan kerugian besar (Bondad-Reantaso et.al., 2005).

Hal ini didukung dengan perkembangan bioteknologi yang menyediakan alat yang ampuh untuk pembangunan berkelanjutan di bidang perikanan dan industri makanan dan dapat digunakan dalam budidaya perikanan untuk mengendalikan jenis kelamin ikan. Bioteknologi memungkinkan para

ilmuwan untuk mengidentifikasi dan menggabungkan sifat-sifat ikan dan kerang untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas. Para ilmuwan sedang menyelidiki gen yang akan meningkatkan produksi faktor pertumbuhan ikan dan senyawa pertahanan alami yang digunakan untuk melawan infeksi mikroba. Selain itu, bioteknologi mengacu pada penerapan teknik biologis dalam penelitian dan pengembangan produk. Ini melibatkan penggunaan molekul, bahan biologis, atau proses yang berasal dari organisme hidup untuk menciptakan aplikasi baru dan praktis untuk pertanian, kedokteran, industri, dan masyarakat.

Bioteknologi menyediakan alat yang ampuh untuk pembangunan berkelanjutan budidaya perikanan, perikanan, serta industri makanan. Meningkatnya permintaan masyarakat terhadap makanan laut dan berkurangnya habitat alami laut telah mendorong para ilmuwan untuk mempelajari cara-cara bioteknologi dapat meningkatkan produksi produk makanan laut, dan menjadikan akuakultur sebagai bidang penelitian hewan yang berkembang. Bioteknologi memungkinkan para ilmuwan untuk mengidentifikasi dan menggabungkan sifat-sifat pada ikan dan kerang untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas. Para ilmuwan sedang menyelidiki gen yang akan meningkatkan produksi faktor pertumbuhan ikan alami serta senyawa pertahanan alami yang digunakan organisme laut untuk melawan infeksi mikroba. Bioteknologi modern telah memberikan kontribusi penting dan memberikan tantangan besar terhadap pengembangan budidaya perikanan dan perikanan. Kelompok ini memandang bahwa bioteknologi modern harus digunakan sebagai pelengkap dan bukan sebagai pengganti teknologi konvensional dalam memecahkan masalah, dan bahwa penerapannya harus berdasarkan kebutuhan, bukan berdasarkan teknologi.

Penggunaan bioteknologi modern untuk meningkatkan produksi spesies perairan mempunyai potensi besar tidak hanya untuk memenuhi permintaan tetapi juga untuk meningkatkan budidaya perikanan. Modifikasi genetik dan bioteknologi juga memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas ikan yang dipelihara dalam budidaya perikanan. Permintaan terhadap budidaya perikanan semakin meningkat, maka bioteknologi dapat membantu memenuhi permintaan ini. Seperti semua pangan yang diperkaya bioteknologi, budidaya perikanan akan diatur secara ketat sebelum disetujui untuk dipasarkan. Ketika diintegrasikan secara tepat dengan teknologi lain untuk produksi pangan, produk dan jasa pertanian, bioteknologi dapat memberikan bantuan yang signifikan dalam memenuhi kebutuhan populasi yang semakin bertambah dan mengalami urbanisasi pada milenium berikutnya. Keberhasilan pengembangan dan penerapan bioteknologi hanya mungkin terjadi bila terdapat penelitian dan basis pengetahuan yang luas di bidang biologi, variasi, pemuliaan, agronomi, fisiologi, patologi, biokimia, dan genetika organisme yang dimanipulasi. Manfaat yang ditawarkan oleh teknologi baru tidak dapat dipenuhi tanpa komitmen berkelanjutan terhadap penelitian dasar. Program bioteknologi harus diintegrasikan sepenuhnya ke dalam latar belakang penelitian dan tidak boleh keluar dari konteks jika ingin berhasil (Trivesh S. et al., 2019). Oleh karena itu, tinjauan ini membahas kemajuan signifikan dalam industri akuakultur dalam hal kemajuan dan penerapan bioteknologi dalam nutrisi akuakultur, pakan yang diformulasikan secara komersial, pengendalian penyakit dan kesehatan melalui vaksinasi, dan pengelolaan kualitas, dan lainnya pada ikan komersial.

## 2 BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI DAN NUTRIGENOM

Bioteknologi reproduksi telah memfasilitasi pengembangan teknik reproduksi buatan, seperti inseminasi buatan, fertilisasi *in vitro*, dan penggunaan hormon untuk mengatur siklus reproduksi. Salah satunya hormon pelepas gonadotropin (GnRH) kini menjadi alat bioteknologi terbaik yang tersedia untuk pembiakan ikan yang diinduksi. GnRH adalah pengatur utama dan inisiator utama reproduksi pada semua vertebrata (Bhattacharya et al., 2002). Gen ini pertama kali diisolasi dari hipotalamus babi dengan kemampuan untuk menginduksi pelepasan hormon luteinising (LH) dan hormon perangsang folikel (FSH) oleh hipofisis. Sejak itu hanya satu bentuk GnRH yang telah ada. Telah diidentifikasi di sebagian besar mamalia berplasenta termasuk manusia sebagai satu-satunya neuropeptida yang menyebabkan pelepasan LH dan FSH. Namun, pada spesies non mamalia (kecuali kelinci percobaan) dua belas varian GnRH kini telah dijelaskan secara struktural, di antaranya tujuh atau delapan bentuk berbeda telah diisolasi dari spesies ikan (Halder et al., 1991). GnRH terbaru yang dimurnikan dan dikarakterisasi dilakukan oleh Carolsfeld et al. (2000) dan Robinson *et al.* (2000). Tergantung pada varian struktural dan aktivitas biologisnya, sejumlah analog kimia telah disiapkan dan salah satunya adalah analog GnRH salmon yang sekarang banyak digunakan dalam pemuliaan ikan dan ditandai secara komersial dengan nama Ovaprim di seluruh dunia. Pemuliaan ikan yang diinduksi kini berhasil dicapai dengan pengembangan teknologi GnRH salah satunya pada induksi maturasi ikan seluang (*Rasbora einthovenii*) (Syarif et al., 2021).

Pendekatan nutrigenom telah membantu dalam memahami respons ikan terhadap pakan dan pengoptimalan formulasi pakan berdasarkan profil genetik individu. Hal ini menguntungkan dimana pakan menjadi optimal dan daya tahan ikan menjadi meningkat. Penggunaan bioteknologi salah satunya yaitu polimorfisme (SNP) dari gen yang berhubungan dengan peradangan mungkin berperan dalam produksi sitokin dan kemudian berinteraksi dengan asam lemak n-3 (FA) makanan untuk memodulasi peradangan. Ekspresi gen dari gen inflamasi terpilih diubah setelah suplementasi PUFA n-3 dan untuk menguji interaksi gen-diet yang memodulasi tingkat biomarker inflamasi plasma. (2) bahwa suplementasi n-3 FA selama 6 minggu dengan 5 g/hari minyak ikan tidak mengubah tingkat ekspresi gen TNF- $\alpha$  dan IL6 pada PBMC dan tidak berdampak pada tingkat biomarker inflamasi. Namun, interaksi gen-diet diamati antara SNP dalam gen terkait peradangan yang memodulasi tingkat biomarker inflamasi plasma (Cormier et al., 2016). Sisipan gen ini dapat meningkatkan ekspresi gen yang memicu peningkatan respons ikan terhadap pakan dan meningkatkan daya tahan ikan.

Penambahan probiotik dan prebiotik dalam pakan ikan telah terbukti meningkatkan kesehatan pencernaan, pertumbuhan, dan resistensi terhadap penyakit pada ikan budidaya. Hal ini merupakan salah satu contoh penerapan bioteknologi dalam mendukung kesehatan dan produktivitas ikan. Bioteknologi juga berkontribusi dalam pengolahan limbah pada budidaya ikan, seperti bioremediasi limbah organik dan penggunaan bakteri pengurai untuk meningkatkan kualitas air di kolam pemeliharaan.

### 3 REKAYASA GENETIKA

Pengenalan teknik molekuler selain metode bioteknologi yang lebih tradisional telah menyediakan sumber daya untuk meningkatkan produksi secara signifikan dalam budidaya perikanan dunia. Kemampuan untuk mengidentifikasi gen-gen relevan yang memberikan fenotipe yang diinginkan tentu saja terbantu oleh basis data yang terus berkembang, yang mendapat manfaat tidak hanya dari berbagai proyek genom, namun juga dari pendekatan kontemporer seperti chip DNA, peningkatan resolusi gel 2-D. dan spektrometer massa throughput tinggi. Hal ini, dikombinasikan dengan kemajuan dalam teknologi transgenik, telah membuka kemungkinan besar bagi ahli bioteknologi akuakultur yang mencakup peningkatan laju pertumbuhan dan efektivitas biaya, peningkatan resistensi terhadap patogen dan pemicu stres, peningkatan kualitas induk dan juga menciptakan peluang untuk membuat produk baru atau berbeda. melalui perubahan susunan genetik mereka. Teknologi platform yang relevan dengan bidang genomik fungsional ini akan dibahas dalam konteks penerapan yang bermanfaat bagi bidang akuakultur (Lakra & Ayyappan, 2000).

Transgenesis atau transgenik dapat didefinisikan sebagai masuknya gen/DNA eksogen ke dalam genom inang sehingga menghasilkan pemeliharaan, transmisi, dan ekspresi yang stabil. Teknologi ini menawarkan peluang bagus untuk memodifikasi atau meningkatkan sifat genetik nelayan, moluska, dan krustasea yang penting secara komersial untuk budidaya perikanan. Ide memproduksi hewan transgenik menjadi populer ketika Palmiter *et al.* (1982) pertama kali memproduksi tikus transgenik dengan memasukkan metalotionin gen fusi hormon pertumbuhan manusia (mT-hGH) ke dalam telur tikus, sehingga menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang dramatis. Hal ini memicu serangkaian upaya transfer gen pada hewan yang penting secara ekonomi termasuk ikan. Masalah penyakit merupakan kendala utama bagi pengembangan budidaya perikanan. alat bioteknologi seperti metode diagnostik molekuler, penggunaan vaksin dan imunostimulan semakin populer untuk meningkatkan ketahanan penyakit pada spesies ikan dan kerang di seluruh dunia terhadap penyakit virus, penghindaran patogen sangat penting dalam konteks ini diperlukan metode yang cepat untuk mengatasi penyakit tersebut. deteksi patogen. Alat bioteknologi seperti pemeriksaan gen dan reaksi berantai polimerase (PCR) menunjukkan potensi besar di bidang ini. Pemeriksaan gen dan metode diagnostik berbasis PCR telah dikembangkan untuk sejumlah patogen yang menyerang ikan dan udang (Karunasagar, 1999).

Dalam budidaya ikan bersirip, sejumlah vaksin untuk melawan bakteri dan virus telah dikembangkan. Beberapa di antaranya merupakan vaksin konvensional yang terdiri dari mikroorganisme yang telah dimatikan, namun vaksin generasi baru yang terdiri dari vaksin subunit protein organisme hasil rekayasa genetika dan vaksin DNA saat ini sedang dikembangkan. Dalam sistem vertebrata, imunisasi terhadap penyakit merupakan strategi umum. Meskipun sistem kekebalan tubuh udang kurang berkembang, alat bioteknologi sangat membantu dalam pengembangan molekul, yang dapat merangsang sistem kekebalan udang. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa sistem pertahanan non spesifik dapat distimulasi dengan menggunakan produk mikroba seperti lipopolisakarida, peptidoglikan atau glukukan. Di antara imunostimulan yang diketahui efektif pada ikan, glukukan dan levamisol meningkatkan aktivitas fagositik dan respons antibodi spesifik (Sakai, 1999). Kriopreservasi gamet atau perbankan gen Kriopreservasi adalah suatu teknik yang melibatkan pengawetan dan penyimpanan bahan biologis dalam jangka panjang pada suhu yang sangat rendah, biasanya pada  $-196^{\circ}\text{C}$ , yaitu suhu nitrogen cair. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa suhu yang sangat rendah akan menenangkan atau melumpuhkan aktivitas

fisiologis dan biokimia sel, sehingga memungkinkan sel tetap bertahan dalam jangka waktu yang sangat lama.

Rekayasa genetika dalam budidaya spesies ikan penting secara komersial ini dapat diterapkan sehari-hari dengan memperhatikan keuntungan dan kerugian dalam penerapannya. Contoh lainnya yaitu pemuliaan selektif dimana bioteknologi telah digunakan dalam pemuliaan selektif untuk meningkatkan sifat-sifat penting pada spesies ikan seperti pertumbuhan cepat, resistensi terhadap penyakit, dan kualitas daging. Teknik-teknik seperti pemuliaan berbasis gen (genomic selection), marker-assisted selection (MAS), dan rekayasa genetika telah memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi budidaya ikan. Bioteknologi telah memungkinkan pengembangan teknik pembenihan yang lebih canggih, seperti pembenihan induk tunggal (*single pair spawning*) dan pembenihan in vitro (*artificial insemination*), yang meningkatkan keberhasilan produksi benih ikan.

#### 4 KESIMPULAN

Penelitian dan pengembangan bioteknologi berkembang dengan sangat pesat. Bioteknologi telah menjadi hal yang paling penting dalam beberapa tahun terakhir dalam pengembangan perikanan, pertanian dan kesehatan manusia. Ilmu bioteknologi telah memberi kita alat-alat baru dan kekuatan luar biasa untuk menciptakan gen dan genotipe tanaman, hewan, dan ikan baru. Penerapan bioteknologi di sektor perikanan merupakan praktik yang relatif baru. Namun demikian, wilayah ini merupakan wilayah yang menjanjikan untuk meningkatkan produksi ikan. Meningkatnya penerapan alat-alat bioteknologi tentunya dapat merevolusi budidaya ikan kita selain perannya dalam konservasi keanekaragaman hayati.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Battacharya s., Dasgupta, S, Datta, M, and Basu, D, 2002 Biotechnology input in fish breeding. *Indian journal of biotechnology*, 1:29-38.
- Bondad-Reantaso, M.G.; Subasinghe, R.P.; Arthur, J.R.; Ogawa, K.; Chinabut, S.; Adlard, R.; Tan, Z.; Shariff, M. Disease and health management in Asian aquaculture. *Vet. Parasitol.* 2005, 132, 249–272.
- Carolsfeld J, Powell, J.k, Park, M Fisher. W, H Craig A.G, Chang, J.P. River, J,E and Sherwood N.M, 2000/ Primary structure and function of three gonadotropin releasing hormone. *Endocrinology*, 141: 505-512.
- Cormier, H., Rudkowska, I., Lemieux, S., Couture, P., & Vohl, M. (2016). Expression and Sequence Variants of Inflammatory Genes ; Effects on Plasma Inflammation Biomarkers Following a 6-Week Supplementation with Fish Oil. *International Journal of Molecular Science*, 3(17), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijms17030375>
- Karunasagar, I. and Karunasagar, I., 1999. Diagnosis treatment and prevention of microbial diseases of fish and shellfish. *Curr.Sci.*, 76:387-399.
- Labh, S. N. (2023). Applications of biotechnology in aquaculture nutrition and fisheries. In V. L. T. Wazir Singh Lakra, Mukunda Goswami (Ed.), *Chapter 13 - Applications of biotechnology in aquaculture nutrition and fisheries* (pp. 163–170). *Frontiers in Aquaculture Biotechnology*, Academic Press.
- Lakra, W. S., & Ayyappan, S. (2000). Recent Advances in Biotechnology Applications to Aquaculture. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(3).
- Palmiter, R.D., Brinster, R.L., Hammer, R.E., Trumbauer, M.E., Rosenfeld, M.G., 1982. Dramatic

- growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth hormone fusion genes. *Nature* 30, 611–615.
- Sakai, M., 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172:63-92.
- The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to Food Security and Nutrition for All*; FAO: Rome, Italy, 2016.
- Trivesh S., M., Salgaonkar, A. A., Koli, J. M., Patil, P. R., Chaudhari, A., Pawar, N., Kamble, S., Giri, A., Phadke, G. G., & Kapse, P. (2019). Biotechnology And Its Applications In Aquaculture And Fisheries. *Aquafind-Aquat Fsh Database*, 1–8.