



**Akuakultur
Indonesia 2011**

PROSIDING

KONFERENSI AKUAKULTUR INDONESIA 2011

"Industri Akuakultur untuk Rekreasi, Bisnis dan Ketahanan Pangan"

2-3 Desember 2011

Hotel Semesta Semarang

Editor :

Agung Sudaryono

Sunaryo

Mahmud Hasan

Aditya Setiaji Wibowo

Sponsored by :



CP PRIMA



JAPFA
PT. SURI TANI PEMUKA



PT. SINTA PRIMA FEEDMILL



ms PT. MATAHARI SAKTI
Qualified Feed Manufacturer



PT. ANESTA ASLING



INVE
AQUACULTURE

MASYARAKAT AKUAKULTUR INDONESIA

www.aquaculture-mai.org



**BADAN PENERBIT
MASYARAKAT AKUAKULTUR INDONESIA**





PROSIDING

KONFERENSI AKUAKULTUR INDONESIA 2011

"Industri Akuakultur untuk Rekreasi, Bisnis dan Ketahanan Pangan"

2-3 Desember 2011

Hotel Semesta Semarang

Editor :
Agung Sudaryono
Sunaryo
Mahmud Hasan
Aditya

Sponsored by :



CP PRIMA



JAPFA
PT. SURI TANI PEMUKA



PT. Sinta Prima Feedmill



PT. Sinta Prima Feedmill



PT. MATAHARI SAKTI
Qualified Feed Manufacturer



PT. ANERTA AGLINE



INVE
AQUACULTURE

MASYARAKAT AKUAKULTUR INDONESIA

www.aquaculture-mai.org



DAFTAR ISI

Halaman Judul
Pengantar
Daftar Isi

MATERI PLENO

- 1 Land – Based Mariculture**
Dr. Ir. Edward Danakusumah, M.Sc
- 2 Pembangunan Industri Berbasis Komoditas Di Dalam Sinergis Kewenangan**
Dr. Ir. Widodo Farid, M.Sc
- 3 Pengembangan Networking Dalam Pembangunan Akuakultur Sebagai Solusi Untuk Krisis Pangan, Krisis Energi, dan Global Warming**
Prof.Dr. Rokhmin Dahuri, MS
- 4 Perkembangan Bisnis Akuakultur Ikan Air Tawar**
Ir. Imza Hermawan
- 5 Perkembangan Bisnis Akuakultur Ikan Hias : Potensi dan Pasar**
Dr. Suseno Sukoyono
- 6 Perkembangan Bisnis Budidaya Udang Terkini di Indonesia : Tantangan dan Harapan 2012**
Ir. Hardi Pitoyo
- 7 Potensi dan Kendala Rekreasional Akuakultur Nasional Dalam Pembangunan Ekoturisme Berbasis Akuakultur di Indonesia**
Dr. der Forst. Ir. Ricky Avenzora, M.Sc.F
- 8 Teknik Problem Solving Pemasaran Ekspor Perikanan: Negoisasi, Dokumentasi, Packing & Shipping**
Prihati Herawati
- 9 Terobosan dan Info Pasar Lokal dan Ekspor Untuk Produk Akuakultur**
Ir. Thomas Darmawan

MATERI PARALEL

BIDANG PAKAN DAN NUTRISI

- 1 Aerobic Intestinal Microflora Penghasil Vitamin B₁₂ pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Nila (*Oreochromis niloticus*), dan Patin (*Pangasius* sp) yang Dipelihara Dalam Keramba Apung di Sungai Mahakam**
Asfie Maidie, Sarwono, Andi Noor Asikin, Gina Septiani dan Ismail Fahmy Almadi
- 2 Keragaan Gurame Padang (*Osphronemus gouramy*) dengan Pemberian Pakan Maggot Hidup**
I Wayan Subamia, Yogi Himawan, Saurin Hem
- 3 Level Protein dan Rasio Energi Protein yang Optimal Menghasilkan Kualitas Gonad Terbaik pada Bulubabi *Tripneustes gratilla***

Agnette T., M. Zairin, I. Mokoginta, M. A. Suprayudi, F. Yulianda

- 4 **Pemanfaatan Keong Temberungun (*Telescopium-telescopium*) sebagai Pakan Alternatif terhadap Pertumbuhan dan Moulting Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)**
Heppi Iromo & Ahmad Kurnain
- 5 **Peran Bioflok Sebagai Pakan Organik Ikan dan Udang Air Tawar**
Rita Rostika dan Lili
- 6 **Perbedaan Pola Pertumbuhan antara Ikan Sidat *Anguilla marmorata* dengan *Anguilla bicolor* selama Masa Pendederan**
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, Jacob A. Uktolseja, M.Sc, dan Agus Sasongko
- 7 **Perkembangan Pola Pita dan Warna Benih Ikan Klon Hitam *Amphiprion percula* dengan Pemberian Pakan yang Berbeda**
Jhon Harianto Hutapea, K.M. Setiawati dan Gunawan
- 8 **Tepung Azola (*Azolla pinnata*) Mengurangi Kebutuhan Tepung dan Minyak Ikan untuk Pakan Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) Juvenil**
Jacob L.A. Uktolseja dan Salomi Yohana Ihalauw
- 9 **Traceability Sebagai Bentuk Penerapan Aspek Keamanan Pangan (*Food Safety*) Dalam Budidaya Perikanan**
Bambang Widigdo dan Rubiyanto Widodo Haliman
- 10 **Viabilitas Keringan Beku Bakteri Asam Laktat untuk Inokulan Probiotik Pakan Ikan**
Dhanang Puspita, Budhi Prasetyo dan Jacob L.A. Uktolseja

BIDANG REPRODUKSI DAN ENGINEERING

- 1 **Amplifikasi Gen Penyandi Hormon Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus* Burch.)**
Ibnu Dwi Buwono, Nono Carsono dan Yuniar Mulyani
- 2 **Aplikasi Probiotik Pada Media Pendederan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Udang Windu (*Penaus Monodon* Fab.)**
Iskandar
- 3 **Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Abalone (*Haliotis Varia*)**
Agapery Y Pattinasarany
- 4 **Efektivitas Klorinasi Pada Kultur Rotifer (*Brachionus plicatilis*)**
Endang Jamal, A. Luturmas dan R. R. Borut
- 5 **Jumlah dan Karakteristik Kromosom Tiram Mutiara *Pinctada Maxima***
Bruri Melky Laimeheriwa
- 6 **Laju Pertambahan Bobot dan Perkembangan Ovari Kepiting Bakau *Scylla Serrata* Dalam Wadah Pemeliharaan Berbeda**
Bethsy J. Pattiasina
- 7 **Pemijahan dan Perkembangan Awal Larva Ikan Rasbora (*Rasbora argyrotaenia*)**
Mochammad Zamroni, Nurhidayat dan Sawung Cindelaras

- 8 **Pemijahan Tiram (*Crassostrea Cucullata* Born) Dengan Teknik Kejut Suhu**
Priyo Santoso
- 9 **Pemijahan Udang Red Cherry (*Neocaridina Heteropoda*) dengan Sex Ratio Berbeda**
Yogi Himawan, I Wayan Subamia, I Made Agus Wijana Mertayasa
- 10 **Pengaruh Fotoperiod terhadap Pola Pemijahan Ikan Pelangi Kurumoi (*Melanotaenia Parva*) yang Dipelihara pada Suhu Terkontrol**
Nurhidayat dan Mochammad Zamroni
- 11 **Pengaruh Kedalaman terhadap Laju Pertumbuhan *Halymenia Durvillaei* yang Dibudidayakan pada Kurungan Jaring Apung**
Jolen Matakupan, Endang Jamal dan Maureen Pattinasarany
- 12 **Pengaruh Tingkat Salinitas Terhadap Sintasan dan Perkembangan Stadia Megalopa Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*) Skala Produksi Massal**
Early Septiningsih, Aan Fibro Widodo, Gunarto, dan Herlinah Jompa
- 13 **Potensi dan Upaya Pengembangan Budidaya Benih Ikan Sidat (*glass eel*) dari Sungai Palu**
Samliok Ndobe, Novalina Serdiati dan Abigail Moore
- 14 **Reproduksi Ikan Hias Endemik Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*)**
Samliok Ndobe, Daduk Setyohadi, Endang Yuli Herawati, Soemarno
- 15 **Transfer Gen melalui Perantaraan Sperma untuk Memproduksi Ikan Transgenik**
Raden Roro Sri Pudji Sinarni Dewi
- 16 **Upaya Peningkatan Viabilitas dan Laju Perkembangan Stadia Zoea Larva Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) melalui Optimasi Suhu**
Aan Fibro Widodo, Andi Tenriulo, Herlinah Jompa dan Early Septiningsih

BIDANG PENYAKIT DAN LINGKUNGAN

- 1 **Bacterial Composition in Recirculating Aquaculture System (RAS) Operated at Different Water Exchange Rates**
Khamsiah Ahmad, C. Martins, M. Verdegem and H. Smidt
- 2 **Inventarisasi Terhadap Jenis Ikan Langka dan Potensial di Perairan Sungai Kabupaten Pesisir Selatan**
Usman Bulanin dan Masrizal
- 3 **Isolasi Bakteri Probiotik dari Usus Udang Windu dan Aplikasinya dalam Upaya Pengendalian *Vibrio harveyi* yang Menginfeksi Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius)**
Alexander Rantetondok, Maria Imaculata Rume
- 4 **Kandungan dan Laju Reduksi Limbah Nitrogen pada Sistem Budidaya Kepiting Bakau di Alam dan Bak Terkontrol**
Endang Jamal
- 5 **Karakterisasi Bakteri yang Berasosiasi Dengan Vibriosis pada Udang Windu (*Penaeus monodon*) Secara Molekuler**

Sarjito, Nestin E. W. Ningrum dan S. Budi Prayitno

6 Kondisi Biofisik Lingkungan Perairan Beberapa Anak Sungai Separi di Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur

Komsanah Sukarti, Ach. Ariffien Bratawinata, A. Syafei Sidik, dan Paulus Matius

7 Tingkat Saprobitas pada Lingkungan Budidaya Keramba dan Non Keramba di Waduk Cengklik Kabupaten Boyolali

Suryanti, Niniek Widyorini, dan Agus Dwi Hartanto.

BIDANG EKONOMI DAN BISNIS

1 Potensi Pengolahan Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) (Studi Kasus : Pengolahan Keripik Nila di Desa Daleman Kec. Tulung Kab. Klaten)

Adi Nugroho dan Rizky Muliani Dwi Ujianti

2 Strategi Bisnis Benih Ikan Kerapu Melalui Pola Kemitraan di Kecamatan Gerokgak, Kab Buleleng, Provinsi Bali

Paiman

FULLPAPER PEMAKALAH

BIDANG PAKAN DAN NUTRISI

1 Aerobic Intestinal Microflora Penghasil Vitamin B₁₂ pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Nila (*Oreochromis niloticus*), dan Patin (*Pangasius* sp) yang Dipelihara Dalam Keramba Apung di Sungai Mahakam

Asfie Maidie, Sarwono, Andi Noor Asikin, Gina Septiani dan Ismail Fahmy Almadi 1

2 Consideration of Use Unconventional Ingredient in Fish Feed

Sukarman, Siti Subandiyah and Asep Permana 8

3 Efektivitas Pemupukan dan Pemberian Pakan Buatan Pada Pendederan Udang Galah

Ikhsan Khasani 15

4 Interaksi Tingkat dan Frekuensi Pemberian Pakan Pada Pertumbuhan Benih Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*)

Nina Meilisza dan Bastiar Nur 22

5 Kelayakan Kualitas Air Tempat Budidaya *Anguilla bicolor* di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi

Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, Jacob A. Uktolseja, M.Sc, dan Agus Sasongko 28

6 Keragaan Gurame Padang (*Osphronemus gouramy*) Dengan Pemberian Pakan Maggot Hidup

I Wayan Subamia, Yogi Himawan, Saurin Hem 34

7 Level Protein dan Rasio Energi Protein yang Optimal Menghasilkan Kualitas Gonad Terbaik Pada Bulubabi *Tripneustes gratilla*

Agnette T., M. Zairin, I. Mokoginta, M. A. Suprayudi, F. Yulianda 42

8 Optimal Pemberian Pakan Buatan Ikan Rainbow *Melanotaenia parva* Untuk Mendukung Industri Akuakultur Rekreasi

| | | |
|--|--|-----|
| | <i>Tutik Kadarini dan Muh. Yamin</i> | 50 |
| 9 | Pemanfaatan Bungkil Kedelai dan Minyak Kelapa Sawit yang Berpotensi Meningkatkan HUFA Melalui Regulasi Ekspresi FADS2 pada Ikan Lele <i>Erlia Narulita, Anggraini Barlian, Marselina I.Tan</i> | 54 |
| 10 | Pemanfaatan Keong Temberungun (<i>Telescopium-telescopium</i>) sebagai Pakan Alternatif terhadap Pertumbuhan dan Moulting Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>) <i>Heppi Iromo & Ahmad Kurnain</i> | 59 |
| 11 | Pemeliharaan Benih Ikan Cobia (<i>Rachycentron canadum</i>) di Hatcheri Menggunakan Pakan Pelet dengan Frekuensi Pakan Berbeda <i>Agus Priyono, Titiek Aslianti dan Siti Zuhriyyah Musthofa</i> | 65 |
| 12 | Pengaruh Berbagai Sumber Tepung Rumput Laut (<i>Euchema cottoni</i>) sebagai Binder Terhadap Atraktanitas dan Palatabilitas Pakan Ikan <i>Edison Saade</i> | 70 |
| 13 | Peran Bioflok sebagai Pakan Organik Ikan dan Udang Air Tawar <i>Rita Rostika dan Lili</i> | 79 |
| 14 | Perbedaan Pola Pertumbuhan antara Ikan Sidat <i>Anguilla marmorata</i> dengan <i>Anguilla bicolor</i> selama Masa Pendederan <i>Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, Jacob A. Uktolseja, M.Sc, dan Agus Sasongko</i> | 86 |
| 15 | Perkembangan Pola Pita dan Warna Benih Ikan Klon Hitam, <i>Amphiprion percula</i> dengan Pemberian Pakan yang Berbeda <i>Jhon Harianto Hutapea, K.M. Setiawati dan Gunawan</i> | 92 |
| 16 | Produktivitas Budidaya Rumput Laut Melalui Stimulasi Pupuk Hayati <i>Jimmy Cahyadi</i> | 101 |
| 17 | Tepung Azola (<i>Azolla pinnata</i>) Mengurangi Kebutuhan Tepung dan Minyak Ikan untuk Pakan Ikan Nila Merah (<i>Oreochromis sp.</i>) Juvenil <i>Jacob L.A. Uktolseja dan Salomi Yohana Ihalauw</i> | 109 |
| 18 | Traceability Sebagai Bentuk Penerapan Aspek Keamanan Pangan (<i>Food Safety</i>) Dalam Budidaya Perikanan <i>Bambang Widigdo dan Rubiyanto Widodo Haliman</i> | 110 |
| 19 | Viabilitas Keringan Beku Bakteri Asam Laktat untuk Inokulan Probiotik Pakan Ikan <i>Dhanang Puspita, Budhi Prasetyo dan Jacob L.A. Uktolseja</i> | 115 |
| BIDANG REPRODUKSI DAN ENGINEERING | | |
| 1 | Amplifikasi Gen Penyandi Hormon Pertumbuhan Lele Dumbo (<i>Clarias Gariepinus</i> Burch.) <i>Ibnu Dwi Buwono, Nono Carsono dan Yuniar Mulyani</i> | 121 |
| 2 | Aplikasi Probiotik Pada Media Pendederan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Udang Windu (<i>Panaeus Monodon</i> Fab.) <i>Iskandar</i> | 134 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 3 | Beberapa Aspek Biologi Ikan Einjel Napoleon (<i>Pomacanthus xanthometopon</i>) <i>K. Maha Setiawati, D. Kusumawati, Komang Suarsana</i> | 140 |
| 4 | Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Abalone (<i>Haliotis varia</i>) <i>Agapery Y Pattinasarany</i> | 147 |
| 5 | Efektivitas Klorinasi Pada Kultur Rotifer (<i>Brachionus plicatilis</i>) <i>Endang Jamal, A. Luturmas dan R. R. Borut</i> | 158 |
| 6 | Jumlah dan Karakteristik Kromosom Tiram Mutiara <i>Pinctada maxima</i> <i>Bruri Melky Laimeheriwa</i> | 163 |
| 7 | Kariotip dan Rumus Kromosom Tiram Mutiara <i>Pinctada maxima</i> <i>Bruri Melky Laimeheriwa</i> | 178 |
| 8 | Korelasi Aktivitas Enzim Pencernaan Dengan Pertumbuhan Benih Ikan Bandeng, <i>Chanos Chanos</i> Forsskal Produksi Hatcheri Skala Rumah Tangga (HSRT) <i>Titiek Aslianti, Afifah dan Siti Zuhriyyah Musthofa</i> | 191 |
| 9 | Laju Pertumbuhan, Produksi dan Kandungan Alginat Rumput Laut (<i>Padina australis</i>) yang Dibudidaya di Perairan Teluk Kotania <i>J. W. Loupatty, Endang Jamal dan Hariyano</i> | 200 |
| 10 | Pemberian Pakan Segar Dosis Berbeda Terhadap Pertambahan Bobot Tubuh dan Tingkat Kematangan Ovari Tahap Awal Kepiting Bakau <i>Scylla serrata</i> <i>Bethsy J. Pattiasina dan Agapery Y. Pattinasarany</i> | 205 |
| 11 | Pemijahan dan Perkembangan Awal Larva Ikan Rasbora (<i>Rasbora argyrotaenia</i>) <i>Mochammad Zamroni, Nurhidayat dan Sawung Cindelas</i> | 212 |
| 12 | Pemijahan Tiram (<i>Crassostrea Cucullata</i> Born) Dengan Teknik Kejut Suhu <i>Priyo Santoso</i> | 223 |
| 13 | Pemijahan Udang Red Cherry (<i>Neocaridina heteropoda</i>) dengan Sex Ratio Berbeda <i>Yogi Himawan, I Wayan Subamia, I Made Agus Wijana Mertayasa</i> | 228 |
| 14 | Penanganan Induk Ikan Capungan Banggai (<i>Pterapogon kauderni</i>) <i>Gunawan, Ketut Maha Setiawati, dan Jhon Harianto Hutapea</i> | 234 |
| 15 | Pengamatan Pemijahan dan Morphologi Larva Ikan Kuwe Perak, <i>Caranx ignobilis</i> Dalam Bak Terkontrol <i>Tony Setiadharna, Siti Zuhriyyah Musthofa dan A.A. K. Alit</i> | 249 |
| 16 | Pengaruh Fotoperiod Terhadap Pola Pemijahan Ikan Pelangi Kurumoi (<i>Melanotaenia Parva</i>) yang Dipelihara Pada Suhu Terkontrol <i>Nurhidayat dan Mochammad Zamroni</i> | 255 |
| 17 | Pengaruh Kedalaman Terhadap Laju Pertumbuhan <i>Halymenia Durvillaei</i> yang Dibudidaya Pada Kurungan Jaring Apung <i>Jolen Matakupan, Endang Jamal dan Maureen Pattinasarany</i> | 262 |
| 18 | Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Juvenil Abalone, <i>Haliotis Asinina</i> Linnaeus, Dalam Kurungan Setengah-Drum Terapung di Timor Barat <i>Ricky Gimin, Yosia Lanus & Alexander Kangkang</i> | 268 |

| | |
|---|-----|
| 19 Pengaruh Tingkat Salinitas Terhadap Sintasan dan Perkembangan Stadia Megalopa Kepiting Bakau (<i>Scylla paramamosain</i>) Skala Produksi Massal <i>Early Septiningsih, Aan Fibro Widodo, Gunarto, dan Herlinah Jompa</i> | 277 |
| 20 Peranan Bioteknologi dalam Budidaya Ikan Hias di Indonesia <i>Eni Kusrini</i> | 283 |
| 21 Performansi Fenotip dan Genotip Udang Udang Windu, <i>Penaeus monodon</i> Turunan Pertama (F-1) Hasil Selektif Breeding <i>Haryanti, I.G N. Permana, Ida Komang Wardana, Akhmad Muzaki dan Fachrudin</i> | 288 |
| 22 Pertumbuhan Larva dan Juvenil Ikan Kerapu Raja Sunu (<i>Plectropoma laevis</i>) <i>Sari Budi Moria S., Bejo Slamet dan Gunawan</i> | 297 |
| 23 Pola Budidaya Perikanan Tambak di Pesisir Antara Sungai Bogowonto dan Sungai Jali Kabupaten Kulon Progo dan Kabupaten Purworejo <i>Bambang Triyatmo, Sudarmadji, Kamiso Handoyo Nitimulyo, dan Junun Sartohadi</i> | 303 |
| 24 Pola Reproduksi Ikan Pelangi Fasin (<i>Melanotaenia Fasinensis</i>) dalam Wadah Terkontrol <i>Bastiar Nur dan Gigih Setia Wibawa</i> | 312 |
| 25 Potensi dan Upaya Pengembangan Budidaya Benih Ikan Sidat (<i>glass eel</i>) dari Sungai Palu <i>Samliok Ndobe, Novalina Serdiati dan Abigail Moore</i> | 320 |
| 26 Produksi Masal Benih Ikan Bawal Bintang (<i>Trachinotus Blochii</i>, Lacepede) pada Bak Terkontrol <i>Tony Setiadharna</i> | 329 |
| 27 Budidaya Tanaman Hias Air Di Kampung Pasir Muncang, Desa Sukamanah, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat <i>Muhamad Yamin</i> | 334 |
| 28 Reproduksi Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>) <i>Titin Kurniasih</i> | 341 |
| 29 Reproduksi Ikan Hias Endemik Banggai Cardinalfish (<i>Pterapogon kauderni</i>) <i>Samliok Ndobe, Daduk Setyohadi, Endang Yuli Herawati, Soemarno</i> | 350 |
| 30 Respon Kerang Mutiara Air Tawar <i>Margaritifera</i> Sp. Terhadap Berbagai Posisi Implantasi Inti Bulat <i>Purnama Sukardi dan Tjahjo Winanto</i> | 357 |
| 31 Laju Pertambahan Bobot dan Perkembangan Ovari Kepiting Bakau <i>Scylla Serrata</i> Dalam Wadah Pemeliharaan Berbeda <i>Bethsy J. Pattiasina</i> | 365 |
| 32 Transfer Gen Melalui Perantara Sperma untuk Memproduksi Ikan Transgenik | |

| | | |
|---------------------------------------|---|-----|
| | <i>Raden Roro Sri Pudji Sinarni Dewi</i> | 372 |
| 33 | Uji Kapasitas Wadah Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Larva Ikan Rainbow Kurumoi (<i>Melanotaenia parva</i>) <i>Siti Subandiyah, Rina Hirnawati, dan Sukarman</i> | 379 |
| 34 | Upaya Peningkatan Viabilitas dan Laju Perkembangan Stadia Zoea Larva Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>) Melalui Optimasi Suhu <i>Aan Fibro Widodo, Andi Tenriulo, Herlinah Jompa dan Early Septiningsih</i> | 386 |
| BIDANG PENYAKIT DAN LINGKUNGAN | | |
| 1 | Bacterial Composition in Recirculating Aquaculture System (RAS) Operated at Different Water Exchange Rates <i>Khamsiah Ahmad, C. Martins, M. Verdegem and H. Smidt</i> | 393 |
| 2 | Daya Lindung Ekstrak Daun Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) pada Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> F.) yang Diinfeksi <i>Vibrio harveyi</i> <i>Gina Saptiani, Slamet Budi Prayitno dan Sutrisno Anggoro</i> | 402 |
| 3 | Efektivitas Rimpang Kunyit (<i>Curcuma domestica</i> Val) dalam Penanggulangan Infeksi <i>Aeromonas hydrophila</i> Pada Ikan Maskoki (<i>Carassius auratus</i>) <i>Eni Kusrini, Suwidah, dan Sutrisno</i> | 403 |
| 4 | Pengaruh Puasa Terhadap Sintasan Ikan Kerapu Bebek <i>Cromileptes altivelis</i> Setelah Diinfeksi Grouper Sleepy Disease Iridovirus (GSDIV) <i>Indah Mastuti dan Ketut Mahardika</i> | 409 |
| 5 | Evaluasi Daya Tahan 3 Strain Ikan Mas Terhadap Infeksi Koi Herpes Virus <i>Didik Ariyanto, Erma P. Hayuningtyas dan Khairul Syahputra</i> | 414 |
| 6 | Identifikasi Molekuler Bakteri Patogen dan Desain Primer Spesifik PCR Untuk Deteksi Penyakit Ice-ice pada Budidaya Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> <i>Muh. Aris, Sukend, Enang Harri, M. Fatuhcri Sukadi, Munti Yuhana</i> | 420 |
| 7 | Inventarisasi Terhadap Jenis Ikan Langka dan Potensial di Perairan Sungai Kabupaten Pesisir Selatan <i>Usman Bulanin dan Masrizal</i> | 428 |
| 8 | Isolasi Bakteri Probiotik Dari Usus Udang Windu dan Aplikasinya Dalam Upaya Pengendalian <i>Vibrio harveyi</i> yang Menginfeksi Larva Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius) <i>Alexander Rantetondok, Maria Imaculata Rume</i> | 434 |
| 9 | Kandungan dan Laju Reduksi Limbah Nitrogen Pada Sistem Budidaya Kepiting Bakau di Alam dan Bak Terkontrol <i>Endang Jamal</i> | 442 |
| 10 | Karakterisasi Bakteri <i>Vibrio</i> yang Diisolasi Dari Benih Abalone, <i>Haliotis squamata</i> di Hatchery <i>Zafran, Des Roza, dan Fris Johnny</i> | 447 |
| 11 | Karakterisasi Bakteri yang Berasosiasi Dengan Vibriosis Pada Udang Windu | |

| | | |
|----------------------------------|--|-----|
| | (<i>Penaeus monodon</i>) Secara Molekuler | |
| | <i>Sarjito, Nestin E. W. Ningrum dan S. Budi Prayitno</i> | 453 |
| 12 | Kondisi Biofisik Lingkungan Perairan Beberapa Anak Sungai Separi Di Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur | |
| | <i>Komsanah Sukarti, Ach. Ariffien Bratawinata, A. Syafei Sidik, dan Paulus Matius</i> | 460 |
| 13 | Peningkatan Immunitas Benih Ikan Kerapu Macan <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> Dengan Aplikasi Vitamin C dalam Pakan | |
| | <i>Ketut Mahardika, Zafran, Fris Jonny dan Ketut Suwirya</i> | 474 |
| 14 | Performa Nila Merah Strain Red Nifi dan Larasati Pada Tambak Bersalinitas 20 Ppt | |
| | <i>Priadi Setyawan, Adam Robisalmi, dan Sri Pudji Sinarni Dewi</i> | 484 |
| 15 | Potensi Minapadi Untuk Ketahanan Pangan dan Mendukung Wisata Lingkungan | |
| | <i>Muhamad Yamin dan Joni Haryadi</i> | 490 |
| 16 | Struktur Komunitas Plankton Pada Inlet dan Outlet Kegiatan Budidaya Laut di Gondol-Bali | |
| | <i>Sudewi dan Apri I. Supii</i> | 497 |
| 17 | Studi Aspek Biologi, Kimia dan Fisika Kualitas Air Media Pemeliharaan Krablet Kepiting Bakau (<i>Scylla olivacea</i>) Melalui Percobaan dengan Penambahan Serasah Daun Mangrove (<i>Rhizophora mucronata</i>) | |
| | <i>Early Septiningsih, Aan Fibro Widodo, Herlinah Jompa dan Gunarto</i> | 506 |
| 18 | Tingkat Saprobitas Pada Lingkungan Budidaya Keramba dan Non Keramba Di Waduk Cengklik Kabupaten Boyolali | |
| | <i>Suryanti, Niniek Widyorini, dan Agus Dwi Hartanto</i> | 518 |
| 19 | Uji Coba Peningkatan Batas Toleransi Salinitas Pada Benih Ikan Botia (<i>Cromobotia macracanthus</i> Bleeker) Hasil Tangkapan Alam | |
| | <i>Nina Meilisza, Rina Hirnawati, dan Lili Solichah</i> | 527 |
| BIDANG EKONOMI DAN BISNIS | | |
| 1 | Kelayakan Finansial Usaha Produksi Telur Bandeng di Hatcheri Swasta Desa Musi, Kecamatan Gerokgak Buleleng, Bali | |
| | <i>Anak Agung Alit</i> | 532 |
| 2 | Potensi Pengolahan Ikan Nila (<i>Oreochromis</i> sp.) (Studi Kasus : Pengolahan Keripik Nila di Desa Daleman Kec. Tulung Kab. Klaten) | |
| | <i>Adi Nugroho dan Rizky Muliani Dwi Ujianti</i> | 540 |
| 3 | Strategi Bisnis Benih Ikan Kerapu Melalui Pola Kemitraan di Kecamatan Gerokgak, Kab Buleleng, Provinsi Bali | |
| | <i>Paiman</i> | 545 |



Pemanfaatan Bungkil Kedelai dan Minyak Kelapa Sawit yang Berpotensi Meningkatkan HUFA melalui Regulasi Ekspresi FADS2 pada Ikan Lele

Erlia Narulita¹⁾, Anggraini Barlian²⁾ dan Marselina I.Tan²⁾

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur
Email: erlianarulita@gmail.com

² Program Studi Biologi, SITH-ITB, Bandung

Abstract

Erlia Narulita, Anggraini Barlian and Marselina I.Tan. 2011. Utilization of Soybean Meal and Palm Oil as Potential Feed to Increase Levels of HUFA through Regulation of FADS2 Expression on Catfish. *Konferensi Akuakultur Indonesia 2011*. This study was conducted to evaluate the effect of utilization of soybean meal and palm oil on the the expression of FADS2 enzyme and the alterations of HUFA. Two weeks old catfish with average weight 0.98 ± 0.05 g were used at the initiation of treatment. The fish were divided into two groups, namely F1 and F2. F1 group was fed P1 which contained commercial diet (pellet) production of Super Indo Jaya Makmur Feed Mill, Surabaya. F2 group was fed P2 which contained 50% commercial diet, 40% soybean meal and 10% palm oil. The result showed that the expression of FADS2 on muscle of F2 was higher than F1. Increased expression of FADS2 enzyme F2 would be followed by the increase in HUFA content of F2. Fatty acid composition revealed that F2 had significantly higher percentages of HUFA (0, 82±0, 03)%. In conclusion, the results indicated that the P2 feed can improve the expression of FADS2 enzymes in muscle of catfish. Increased expression of FADS2 enzyme in the F2 affect the upregulation of HUFA.

Keywords: Catfish, FADS2, HUFA, Palm oil, Soybean meals

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh modifikasi pakan menggunakan bungkil kedelai dan minyak kelapa sawit terhadap ekspresi FADS2 dan pengaruhnya terhadap peningkatan kadar HUFA (*High Unsaturated Fatty Acid*) pada ikan lele. Lele yang digunakan berumur dua minggu dengan berat badan $0,98 \pm 0,05$ g. Lele dibagi menjadi dua kelompok, yaitu F1 (kelompok ikan lele yang diberi perlakuan P1) dan F2 (kelompok ikan lele yang diberi perlakuan P2). P1 merupakan pakan komersial produksi Super Indo Jaya Makmur Feed Mill Surabaya, sedangkan P2 berasal dari kombinasi 50% pakan komersial, 40% bungkil kedelai dan 10% minyak kelapa sawit. Pemberian perlakuan pakan dilakukan selama delapan minggu. Hasil WB pada otot menunjukkan bahwa otot F2 mempunyai ekspresi FADS2 lebih tinggi dibandingkan dengan F1. Peningkatan ekspresi enzim FADS2 pada F2 mempengaruhi peningkatan kandungan HUFA pada otot F2. Hasil analisis GC-MS menunjukkan persentase HUFA pada otot F2 mempunyai nilai tertinggi yaitu (0,82±0,03)% yang berbeda secara signifikan dibandingkan F1 (0,68±0,03)%. Berdasarkan hasil pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pakan modifikasi P2 dapat meningkatkan ekspresi enzim FADS2 pada otot ikan lele Sangkuriang. Peningkatan ekspresi enzim FADS2 pada F2 mempengaruhi peningkatan produk biokatalisator berupa HUFA omega-3.

Kata kunci : Lele, FADS2, HUFA, Minyak sawit, Bungkil kedelai

Pendahuluan

Omega-3 HUFA (*highly unsaturated fatty acid*) memiliki peran penting dalam mencegah penyakit degeneratif kronis dan perkembangan otak (Lawrence, 2010). Biokonversi asam lemak omega-3 HUFA melibatkan enzim $\Delta 6$ desaturase (FADS2) dan $\Delta 5$ desaturase, dimana enzim $\Delta 6$ desaturase merupakan enzim utama dalam biosintesis *icosapentanoic acid* (Sargent *et al.*, 2002). Omega-3 banyak terkandung dalam ikan laut, seperti ikan salmon yang harganya relatif mahal di Indonesia. Selain mahal, kultivasi yang tidak mudah dan menurunnya hasil tangkapan ikan dunia dalam dekade terakhir (FAO, 2005) merupakan keterbatasan penggunaan ikan laut sebagai sumber utama omega-3. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber omega-3. Ikan lele (*Clarias* sp) dapat menjadi alternatif sumber omega-3 karena merupakan salah satu ikan tawar yang banyak

dikonsumsi masyarakat Indonesia, mudah dibudidayakan (Anonim, 2007) dan ketersediaan enzim $\Delta 6$ desaturase dalam tubuhnya (Sargent *et al.*, 2002). Modifikasi pakan pada lele telah terbukti dapat meningkatkan kadar omega-3 hingga mencapai 5, 78% (Azhar *et al.* 2006), namun hingga saat ini belum ada data penelitian yang menunjukkan pengaruh modifikasi pakan terhadap ekspresi enzim-enzim yang terlibat dalam biosintesis omega-3 pada ikan lele Sangkuriang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk melihat peranan dari modifikasi pakan terhadap metabolisme asam lemak ikan lele Sangkuriang, terutama pada ekspresi enzim $\Delta 6$ desaturase dan peningkatan kandungan omega-3 HUFA. Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi pakan dengan komposisi yang diduga mempengaruhi ekspresi enzim $\Delta 6$ desaturase dan meningkatkan kandungan HUFA ikan lele Sangkuriang. Salah satu pakan menggunakan formula pakan yang didasarkan pada hasil penelitian Azhar *et al.* (2006). Formula pakan yang lain menggunakan campuran pakan dasar (pelet) dengan bungkil kedelai dan minyak sawit. Bungkil kedelai dan kelapa sawit mengandung lemak dengan komponen terbanyak berupa asam lemak tidak jenuh C_{18} yang merupakan prekursor dalam pembentukan HUFA (Sargent *et al.* 2002; Tocher *et al.* 2004; Kennedy *et al.* 2006).

Materi dan Metode

Pakan uji yang digunakan dalam penelitian terdiri dari P1 dan P2 dengan komposisi masing-masing pakan tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi pakan uji (g/kg pakan)

| Bahan | P1 | P2 |
|-----------------|------|-----|
| Pakan komersial | 1000 | 500 |
| Bungkil kedelai | - | 400 |
| Minyak Sawit | - | 100 |

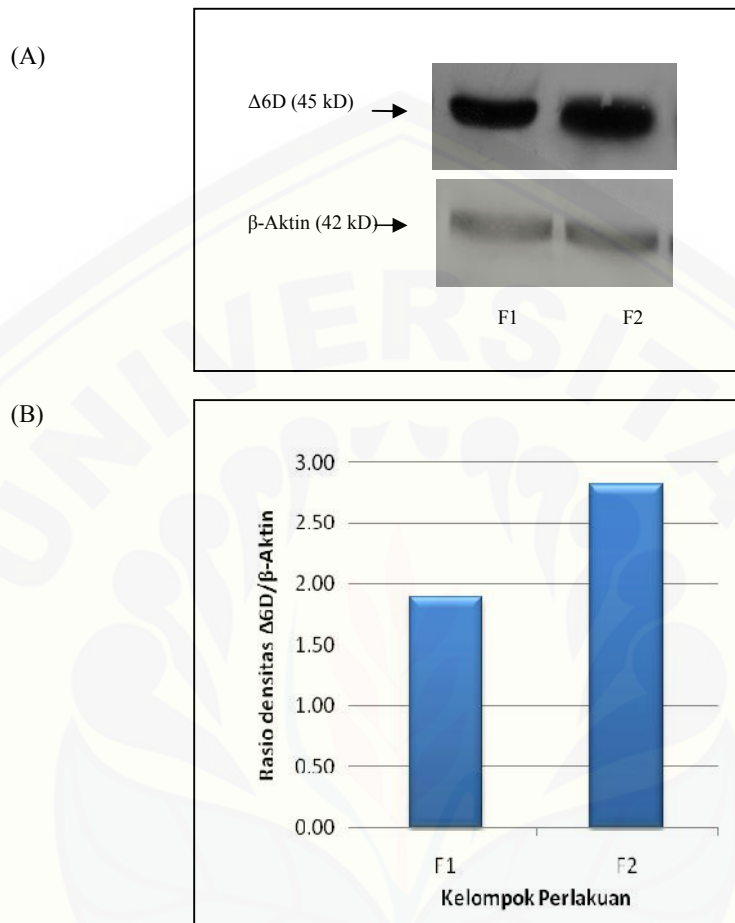
Keterangan : P1 : pakan komersial; P2 : pakan perlakuan

Ikan lele Sangkuriang yang digunakan berumur dua minggu dan memiliki berat yang hampir sama, yaitu $0,98 \pm 0,05$ g. Ikan lele Sangkuriang dikelompokkan menjadi dua yaitu F1 (kelompok ikan yang diberi perlakuan P1), F2 (kelompok ikan yang diberi perlakuan P2) dan F2 (kelompok ikan yang diberi perlakuan P2), masing-masing sebanyak 16 ekor. Ikan lele Sangkuriang terlebih dulu diaklimatisasi selama dua minggu sebelum diberi pakan perlakuan. Pakan diberikan sebanyak 10% dari bobot biomassa dengan frekuensi 2 kali sehari. Pengukuran yang dilakukan selama perlakuan pemberian pakan meliputi pengukuran berat badan ikan lele dan faktor lingkungan air. Pada akhir minggu kedelapan, sebanyak 1 gr otot dan 1 gr hati diambil pada masing-masing lele dan disimpan dalam tabung *cryotube*, kemudian dibekukan pada suhu -196°C dalam nitrogen cair hingga proses isolasi protein dilakukan. Sisa otot digunakan untuk analisis proksimat dan asam lemak. Analisis asam lemak otot ikan lele menggunakan metode *gass chromatography mass spectrometry* (GC-MS). Metode isolasi protein yang digunakan pada penelitian ini menggunakan modifikasi metode yang dilakukan oleh Geay dkk (2010), dilanjutkan dengan proses elektroforesis dan transfer protein. Deteksi protein $\Delta 6$ desaturase (FADS2) dan β -aktin dilakukan dengan sistem ECL (*Enhanced Chemiluminescence*). Pita-pita protein yang terbentuk dikuantifikasi melalui program *Scion Image*.

Hasil dan Pembahasan

Pemberian pakan modifikasi diduga dapat meningkatkan ekspresi enzim $\Delta 6$ desaturase dan kandungan HUFA pada ikan lele Sangkuriang. Hasil analisis protein FADS2 pada otot (Gambar 1) ikan lele Sangkuriang menunjukkan bahwa F2 memiliki ekspresi enzim FADS2 dengan kecenderungan lebih tinggi dibandingkan F1. Meningkatnya ekspresi FADS2 pada F2 diduga disebabkan adanya peningkatan C_{18} , yaitu $18:3n-3$ yang berasal dari minyak kelapa sawit dalam P2 dapat menginduksi ekspresi gen FADS2. Asam lemak C_{18} merupakan ligan bagi faktor transkripsi PPAR (*peroxisome proliferator activated receptors*) (Tocher, 2002; Kennedy *et al.*, 2006). Oleh karena itu, kelimpahan C_{18} dalam pakan pada penelitian ini diduga meningkatkan ketersediaan ligan bagi PPAR. Peningkatan ligan bagi faktor transkripsi menyebabkan aktivasi faktor transkripsi

PPAR meningkat, dan selanjutnya kompleks C_{18} -PPAR ini dapat menginduksi transkripsi gen-gen yang terlibat dalam metabolisme asam lemak (Moya-Kamarena *et al.* 1999; Tocher, 2002; Kennedy, *et al.* 2006).



Gambar 1. (A) Hasil ECL protein $\Delta 6D$ otot kelompok perlakuan; (B) Histogram rasio densitas $\Delta 6D/\beta$ -Aktin otot kelompok perlakuan.

Menurut Sargent *et al.* (2002) enzim $\Delta 6$ desaturase (FADS2) merupakan biokatalisator utama dalam biosintesis EPA. Peningkatan ekspresi enzim FADS2 pada penelitian ini diduga akan mempengaruhi metabolisme asam lemak omega-3, yaitu dapat meningkatkan total omega-3 HUFA yang dihasilkan (Tabel 2). Hasil total omega-3 HUFA (Tabel 2) menunjukkan kecenderungan yang sama dengan hasil ekspresi FADS2 pada F2 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan F1. Tingginya kandungan total omega-3 pada F2 diduga karena adanya peningkatan ekspresi enzim FADS2 menyebabkan meningkatnya laju desaturasi 18:3n-3 dalam biosintesis omega-3 HUFA. Tingginya produk desaturasi, yaitu 18:4n-3 (Tabel 2) pada otot F2 dibandingkan F1, menunjukkan adanya peningkatan laju desaturasi 18:3n-3 yang dikatalisa oleh enzim FADS2. Peningkatan laju desaturasi 18:3n-3 pada F2 kemungkinan didukung oleh ketersediaan asam lemak bebas C_{18} (18:3n-3) yang berasal dari penambahan minyak kelapa sawit pada P2. Asam lemak 18:3n-3 dalam P2 tersebut diduga diabsorpsi dan dimetabolisme dengan baik oleh ikan lele Sangkuriang. Asam lemak 18:3n-3 dalam pakan hampir seluruhnya (90-97%) diabsorpsi dan dimetabolisme karena ikan air tawar omnivora mempunyai kemampuan yang lebih sesuai untuk melakukan proses desaturasi asam lemak 18:3n-3 dari pakan yang dikonsumsi untuk disintesis menjadi eicosapentanoic acid (EPA) (Sigurgisladottir *et al.* 1992; Sargent *et al.* 2002; Bell *et al.* 2002).

Tabel 2 Persentase asam lemak otot ikan lele Sangkuriang

| Asam lemak | Persentase asam lemak | | | |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | F1 | | F2 | |
| | (1) | (2) | (1) | (2) |
| Total asam lemak jenuh | 33,19±0,17 ^b | 0,93±0,00 ^b | 29,32±0,25 ^a | 0,85±0,01 ^a |
| Total asam lemak tak jenuh tunggal | 32,26±0,43 ^a | 0,91±0,01 ^a | 33,54±0,41 ^a | 0,97±0,01 ^b |
| Total omega-6 | 10,34±0,35 ^b | 0,29±0,00 ^b | 8,65±0,32 ^a | 0,25±0,01 ^a |
| 18:3n-3 | 5,64±0,31 ^b | 0,16±0,01 ^a | 4,70±0,19 ^a | 0,14±0,01 ^a |
| 18:4n-3 | 8,82±0,26 ^a | 0,25±0,01 ^a | 10,83±0,62 ^b | 0,31±0,02 ^b |
| 20:4n-3 | 4,00±0,18 ^a | 0,11±0,01 ^a | 4,74±0,25 ^b | 0,14±0,01 ^b |
| 20:5n-3 | 2,55±0,06 ^a | 0,07±0,00 ^a | 3,41±0,22 ^b | 0,10±0,01 ^b |
| 22:5n-3 | 3,19±0,15 ^a | 0,09±0,00 ^a | 4,81±0,12 ^b | 0,14±0,00 ^b |
| Total omega-3 HUFA | 24,21±0,93 ^a | 0,68±0,03 ^a | 28,48±0,89 ^b | 0,82±0,03 ^b |
| Rasio omega-3 / omega-6 | 2,35±0,17 ^a | 0,07±0,00 ^a | 3,30±0,22 ^b | 0,10±0,00 ^b |

*Huruf yang sama menunjukkan nilai rata-rata yang tidak berbeda secara signifikan pada taraf kepercayaan 95% ($P \leq 0,05$).

Keterangan:

F1 : kelompok ikan lele Sangkuriang yang diberi perlakuan P1

F2 : kelompok ikan lele Sangkuriang yang diberi perlakuan P2

(1) Persentase asam lemak dari total asam lemak

(2) Persentase asam lemak per biomassa

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa P2 merupakan pakan yang paling baik dalam meningkatkan ekspresi enzim FADS2 yang merupakan biokatalisator dalam biosintesis omega-3 HUFA. Pemberian pakan dalam jumlah yang sama pada ketiga kelompok perlakuan menghasilkan ikan lele Sangkuriang dengan performansi pertumbuhan yang sama tetapi menghasilkan ekspresi enzim FADS2 dan kandungan total omega-3 HUFA yang berbeda. Performansi pertumbuhan ketiga kelompok ikan lele Sangkuriang dilihat dari rata-rata berat badan akhir dan nilai rasio konversi pakan yang tidak berbeda nyata ($P \leq 0,05$).

Kesimpulan

Pakan dengan bungkil kedelai dan kelapa sawit berpotensi meningkatkan ekspresi FADS2 pada otot ikan lele dan mempengaruhi peningkatan HUFA.

Daftar Pustaka

- Anonim.** 2007. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp*). Departemen Kelautan dan Perikanan. Dirjen Perikanan Budidaya, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar, Sukabumi.
- Azhar, T.N., Satria, S., Astuti, P., Hadi, Priharsari, D., Nugroho, R., Caturangga dan Avianto, F.** 2006. Rekayasa Kadar Omega-3 pada Ikan Lele melalui Modifikasi Pakan, *Jurnal Medika*, **6**, 380-385.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R. and Sargent, J.R.** 2002. Substituting Fish Oil With Crude Palm Oil in The Diet of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Affects Tissue Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolis,. *Journal of Nutrition*, **132**, 222-230.
- FAO.** 2005. *Aquaculture – World Trends Opportunis for Developing Countries, Technical and Financial Constraints*. www.globefish.org/filedownload.php?fileId=272.
- Geay, F., Culi, E.S.I., Corporeau, C., Boudry, P., Dreano, Y., Corcos, L., Bodin, N., Vandeputte, M., Zambonino-Infante, J.L., Mazurais, D. and Cahu, C.L.** 2010. Regulation of FADS2 Expression and Activity in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Fed a Vegetable Diet, *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology B*, **156**, 237-243.
- Kennedy, S.R., Leaver, M.J., Campbell, P.J., Zheng, X., Dick, J.R. and Tocher, D.R.** 2006. Influence of Dietary Oil Content and Conjugated Linoleic Acid (CLA) on Lipid Metabolism Enzyme Activities and Gene Expression in Tissues of Atlantic Salmon (*Salmo salar*), *Journal of Lipids*, **41**, 423-436.

- Lawrence, G.D.** 2010. *The Fats of Life, Essential Fatty Acids in Health and Disease*. Rutgers University Press, New Jersey, 73-166.
- Moya-Camarena, S.Y., Van den Heuvel, J.P., Blanchard, S.G., Leesnitzer, L.M., and Belury, M.A.** 1999. Conjugated Linoleic Acid is a Potent Naturally Occurring Ligand and Activator of PPAR α , *Journal of Lipid Research*, **40**, 1426-1433.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J. and Tocher, D.R.** 2002. The Lipids. In: Halver, J., Hardy, E., Eds, *Fish Nutrition*, 77 p., Elsevier Academic Press, California.
- Sigurgisladdottir, S., Lall, S.P., Parrish, C.C. and Ackman, R.G.** 1992. Cholestane as A Digestibility Marker in The Absorption of Polyunsaturated Fatty Acid Ethyl Esters in Atlantic Salmon, *Journal of Lipids*, **27**, 418-424.
- Tocher, D.R., Agaba, M., Hastings, N., Bell, J.G., Dick, J.R. and Teale, A.J.** 2002. Nutritional Regulation of Hepatocyte Fatty Acid Desaturation and Polyunsaturated Fatty Acid Composition in Zebrafish (*Danio rerio*) and Tilapia (*Oreochromis nilotica*), *Journal of Fish Physiology and Biochemistry B*, **24**,309-320.
- Tocher, D.R., Fonseca-Madrigal, J., Dick, J.R., Ng, W.K., Bell, J.G. and Campbell, P.J.** 2004. Effects of Water Temperature and Diets Containing Palm Oil on Fatty Acid Desaturation and Oxidation in Hepatocytes and Intestinal Enterocytes of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology B*, **137**, 49-63.