

Studi Literatur Potensi Suplementasi Serbuk Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Kecerahan Warna Ikan Hias

(Literature Study of The Potential of Moringa Oleifera Leaves Powder Supplementation to Enhance The Coloration of Ornamental Fish)

¹⁾ Grace Angelica, ^{1,2)} Mas Rizky Anggun Adipurna Syamsunarno,
^{1,2 *)} Aziiz Mardanarian Rosdianto

¹⁾ Program Studi Kedokteran Hewan, Jalan Raya Bandung - Sumedang KM. 21, Hegarmanah, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia 45363, Telepon 022-7796373, 7795594 Fax. 022-7795595

²⁾ Departemen Ilmu Kedokteran Dasar, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung - Sumedang KM. 21, Hegarmanah, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia 45363, Telepon 022-7796373, 7795594 Fax. 022-7795595

^{*)} Korespondensi : a.m.rosdianto@unpad.ac.id

Diterima : 26 Juni 2020 / Disetujui : 16 Juli 2020

ABSTRAK

Upaya pemeliharaan ikan hias yang baik yaitu dengan pemberian pakan berkualitas. Kualitas pakan dinilai dari kandungan gizi terbaik serta ekonomis dan dapat meningkatkan kecerahan warna ikan hias. Pakan dengan kandungan kompleks pigmen karotenoid diketahui menjadi sumber utama pigmentasi warna ikan hias. Sebuah studi literatur dilakukan untuk mengeksplorasi manfaat serbuk daun tanaman *Moringa oleifera* yang berpotensi untuk meningkatkan kecerahan warna ikan hias melalui kandungan karotenoid yang dimiliki. Berdasarkan hasil ulasan, suplementasi serbuk daun *M. oleifera* berpotensi meningkatkan kecerahan warna ikan hias pada kadar karotenoid 520 mg/kg. Penelitian selanjutnya mengenai potensi dan formulasi suplementasi serbuk daun *M. oleifera* terhadap kecerahan warna ikan hias secara *in vivo* sangat penting untuk menjelaskan mekanisme karotenoid dalam mempengaruhi kecerahan warna fisik ikan hias.

Kata kunci: daun *M. oleifera*, ikan hias, karotenoid, suplementasi

ABSTRACT

Efforts to maintain good ornamental fish are by providing the quality of feed. The quality of feed is assessed from the best nutritional content as well as economical and can increase the brightness of ornamental fish. Feeds with pigment carotenoids complexes are known to be the main sources of ornamental fish skin pigmentation. A literature study was conducted to explore the benefits of Moringa oleifera leaves powder to improve the color of ornamental fish through carotenoid content. Based on the results of literature studies, supplementation of these natural products has potentially elevated the color brightness of ornamental fish at carotenoid dose 520 mg/kg. Further research on the potential and formulation of M. oleifera leaves powder supplementation impact color

brightness of ornamental fish in vivo is very important to explain the mechanism of carotenoids in influencing the physical color brightness of ornamental fish.

Keywords: *carotenoids, M. oleifera leaves, ornamental fish, supplementation*

PENDAHULUAN

Indonesia menempati urutan kelimpahan sumber daya alam dan hayati terbesar (*mega biodiversity*) kedua dan total spesies ikan tawar terbesar keempat di untuk spesies laut untuk ikan endemik (Badan Karantina RI 2015). Pada laporan Kusri (2010), dari 650 spesies ikan hias air laut, telah diidentifikasi dari sejumlah 480 spesies terdapat sekitar 200 spesies ikan hias air laut yang diperdagangkan. Disamping itu, Indonesia telah menyumbang sebesar 20% dari seluruh pangsa pasar ikan hias, dengan 95% adalah hasil tangkapan dan 5% sisanya merupakan hasil budidaya lokal (Kusri 2010).

Untuk tahap produksi dan budidaya ikan seperti ikan hias, kesehatan menjadi tolak ukur penting. Ikan hias sehat akan mendukung pertumbuhan, perkembangan, serta pigmentasi warna fisik dan jenisnya. Penampilan tersebut menentukan nilai ekonomi ikan hias yang bergerak naik dan dinamis. Status kesehatan yang baik diperoleh bila pemeliharaan ikan hias dengan pemberian pakan yang berkualitas. Pakan kualitas terbaik memiliki nilai gizi baik serta seimbang, bernutrisi tinggi, mudah didapat, ekonomis serta dapat meningkatkan kualitas warna ikan hias. Pakan dengan kandungan karotenoid dan pigmen kompleks karotenoid adalah unsur pendukung utama pigmentasi kulit dan otot ikan hias (Subamia *et al.* 2013). Warna yang dihasilkan ikan hias utamanya disebabkan oleh kromatofor kulit yang mengandung pigmen termasuk melanin, pteridin, purin, dan karotenoid. Ikan tidak dapat sintesis karotenoid mandiri, maka suplementasi karotenoid yang terkandung di pakan diperlukan untuk deposit di jaringan integumen.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung karotenoid tinggi yang menjadi alternatif faktor pigmentasi untuk ikan (Jebaraja 2013). Selain itu, penelitian terdahulu tentang daun *M. oleifera* sebagai bahan alami berkhasiat obat diketahui memiliki ragam aktivitas farmakologis (Adegbite *et al.* 2016; Paikra *et al.* 2017). Namun, belum banyak penelitian yang menjelaskan efek dan potensi kecerahan warna ikan hias dari pemberian serbuk daun *M. oleifera* sebagai suplementasi pakan alami. Berdasarkan hal ini perlu pembahasan mendalam akan potensi serbuk daun *M. oleifera* dalam sebuah ulasan ilmiah.

Proses Pembentukan Warna pada Ikan Hias

Warna yang dimiliki ikan hias merupakan keberadaan sel kromatofora di dermis. Terdapat 6 kategori warna dasar pengaruh dari sel kromatofora, yaitu leukofora pembentuk warna putih, eritrofora pembentuk warna merah dan oranye, melanofora pembentuk warna hitam atau cokelat, xantofora pembentuk warna kuning, sianofora pembentuk warna biru, dan iridofora atau guanofora pembentuk warna rona metalik (Andriani *et al.* 2018). Pada umumnya pigmen warna hitam dan putih yang dominan pada ikan dapat diproduksi dalam tubuh. Warna merah atau oranye serta kuning diperoleh dari luar tubuh tergantung pada kandungan karotenoid dalam pakan (Solichin *et al.* 2012).

Sel kromatofor atau sel pigmen warna pada ikan berbentuk bulat dan tersebar pada semua lapisan sel epidermis tubuh ikan hias (Solichin *et al.* 2012). Butir dermis dalam sel memudahkan penyerapan sempurna pigmen sehingga meningkatkan warna sisik pada ikan menjadi lebih jelas dan terang (Andriani *et al.* 2018). Secara umum absorpsi karotenoid dalam pakan oleh ikan dilakukan secara langsung dan memakainya sebagai kofaktor peningkat pigmentasi (intensitas) warna pada tubuh dan terdistribusi di jaringan adiposa ikan. Sehingga tubuh ikan dapat mengubah pigmen yang didapat dari makanannya, untuk menghasilkan warna yang bervariasi pada dirinya.

Pada penelitian Mara (2010), proses penyerapan karotenoid di dalam tubuh ikan dimulai dari hasil pencernaan kompleks karotenoid larut dalam lemak di dalam intestinum menggunakan enzim lipase yang dihasilkan oleh pankreas, kemudian diubah dari trigliserida menjadi monogliserida dan asam lemak sehingga mudah larut air. Di dalam sitoplasma sel mukosa intestinum, karotenoid diubah menjadi retinol kemudian diabsorpsi secara difusi pasif pada dinding intestinum bersamaan dengan penyerapan asam lemak lalu bergabung di dalam misel sehingga membentuk kumpulan gelembung dan akhirnya berlanjut penyerapan melalui saluran limfatik. Selanjutnya pigmen tersebut di deposit pada kromatofor dermis. Perombakan karotenoid pada pakan menjadi beta-karoten masuk ke dalam aliran darah setelah 24 jam.

Faktor-Faktor Pigmentasi Ikan Hias

Peningkatan intensitas warna pada ikan dipengaruhi oleh dua faktor utama. Pertama, faktor luar tubuh (eksternal) diantaranya pakan bergizi tinggi termasuk sumber beta-karoten, cahaya, dan kualitas air. Kedua, faktor dalam tubuh (internal) ikan seperti kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi di dalam pakan, genetik, umur, jenis kelamin, dan panjang tubuh ikan.

Menurut Andriani *et al.* (2018), luas permukaan tubuh ikan terhadap warna oranye dan banyaknya bahan karotenoid yang terdapat dalam pakan mempengaruhi tingkat penyerapan pigmen warna oranye. Semakin panjang tubuh ikan, maka semakin banyak jumlah sel pigmen yang terdapat pada tubuhnya, sehingga lutein yang harus di deposit menjadi lebih banyak. Peningkatan intensitas warna pada tubuh ikan memiliki hubungan linier dengan durasi pemeliharaan (Indarti *et al.* 2012). Hal itu disebabkan karena semakin banyak pula karotenoid yang diakumulasi dalam tubuh ikan hias. Warna ikan akan menjadi semakin jelas dan tajam tergantung banyaknya sel kromatofor pada lapisan epidermis ikan.

Karotenoid dan Perannya dalam Pembentukan serta Peningkatan Kecerahan Warna Ikan Hias

Karotenoid masuk kedalam kelompok pigmen organik tetraterpenoid alami yang terdapat di kloroplas dan kromoplas tanaman dan organisme fotosintesis lain seperti ganggang, beberapa bakteri, serta beberapa jenis jamur. Umumnya, karotenoid diproduksi untuk fotosintesis. Karotenoid dalam pakan berperan penting dalam pengaturan warna kulit dan otot pada ikan hingga sebagai imunostimulan dan antioksidan (Emeka *et al.* 2014; Kaur dan Shah 2017).

Menurut Chapman dan Miles (2018), karotenoid terbagi menjadi dua kelompok besar struktur kimia, yaitu santofil dan karoten. Karoten memiliki karakter molekul hidrokarbon yang tidak mengandung oksigen.

Sebaliknya, santofil memiliki susunan kimia molekul hidrokarbon yang kaya akan oksigen. Karoten memberikan warna oranye dan merah pada kulit di banyak hewan dan tumbuhan. Di alam, karoten astasantin dan kantasantin adalah pigmen karotenoid yang paling banyak ditemukan pada satwa akuatik. Astaxanthin dan canthaxanthin bertanggung jawab atas pigmentasi merah yang dominan pada ikan. Selain itu, selama metabolisme sel pada beberapa ikan hias.

Berdasarkan susunan kimianya, pigmen karoten dan xantofil utama hanya dapat disintesis oleh beberapa spesies ganggang dan tanaman, bakteri, jamur, dan serangga pemakan tumbuhan. Di alam liar, ikan memperoleh sebagian besar pigmen warna mereka dengan memakan krustasea planktonik *copepod* (hewan zooplanktonik mikroskopis yang melayang dan berenang di air). Hewan-hewan zooplanktonik ini juga harus mendapatkan pigmennya dari ganggang dan tanaman mikroskopis (fitoplankton) (Chapman dan Miles 2018). Dengan kata lain, mayoritas hewan, termasuk ikan tidak hanya dapat memperoleh stimulan pigmen sumber karotenoid dari makanannya. Setelah dikonsumsi, pigmen karotenoid dapat diendapkan langsung di dalam sel kromatofor atau dikonversi oleh metabolisme seluler menjadi senyawa lain yang dapat memberikan berbagai warna pada kulit, daging, atau jaringan lain. Pewarnaan optimal hanya dapat dicapai dengan asupan pakan teratur serta jumlah yang tepat dari jenis pigmen yang tepat untuk dimanfaatkan tubuh ikan.

Warna ikan hias sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pigmen dalam makanan mereka. Salah satu alasan penambahan pigmen karotenoid pada makanannya adalah untuk memastikan bahwa pigmen tersebut tetap optimal guna mempertahankan dan meningkatkan kecerahan warna ikan hias. Pada ikan hias, warna merah yang paling dapat diperoleh dari ekstrak astaxanthin, namun ikan mas koki tidak dapat dengan mudah mengubah β -karoten menjadi warna merah. Pada ikan multiwarna, kombinasi pigmen karotenoid dan santofil menghasilkan warna terbaik (Chapman dan Miles 2018).

Selain itu, menurut Chapman dan Miles (2018), jenis pigmen warna dapat diserap lebih baik bila jenis bahan pakan yang telah ditambahkan oleh pigmen tertentu (karotenoid). Penyerapan mungkin terkait dengan keseimbangan asam-basa pakan. Walau sebagian besar pemelihara ikan hias membeli sebagian besar pakan ikan dari produsen komersial, tetapi banyak juga yang menyiapkan pakan ikan buatan sendiri secara alami. Variasi jumlah pigmen ditambahkan ke dalam pakan ikan tergantung pada sumber pigmen yang berasal dari bahan alami atau sintetis. Biasanya, konsentrasi karotenoid makanan bervariasi dari 60-700 mg/kg pakan kering. Banyaknya sumber pigmen dari alam yang berguna untuk memberi kecerahan warna tubuh ikan hias dari berbagai bahan yang kaya akan karotenoid disajikan pada Tabel 1.

Moringa oleifera

M. oleifera (lokal: kelor) dengan klasifikasi tanaman spesifik famili *moringaceae* dengan genus *moringa* dan spesies *Moringa oleifera* Lamk., banyak tumbuh di Indonesia (*Integrated Taxonomic Information System (ITIS)* 2013; Aminah *et al.* 2015). *M. oleifera* dapat tumbuh subur di dataran rendah hingga ketinggian dibawah 1.000 m dpl serta memiliki tinggi yaitu 7 hingga 11 m. *M. oleifera* dapat tumbuh dengan baik pada iklim tropis dan subtropis. Selain itu, *M. oleifera* dapat hidup disegala jenis tanah serta tahan terhadap kondisi kemarau

dengan toleransi kekeringan hingga setengah tahun (Mendieta-Araica *et al.* 2013). Karakteristik daun *M. oleifera* yaitu memiliki bentuk oval dengan tepiannya yang datar dan bersusun majemuk kecil pada satu tangkainya (Tilong 2012).

Tabel 1. Kandungan karotenoid dari berbagai sumber bahan alam

Bahan Alam				
Nama Ilmiah	Nama Lokal / Jenis	Jenis Karotenoid	Kandungan Karotenoid	Referensi
<i>Moringa oleifera</i>	Kelor (daun, kering)	β-karoten, Lutein	520 mg/kg	Jebaraja <i>et al.</i> 2013
<i>Chlorella vulgaris</i>	Mikroalga	Kantaksantin, Astaksantin	-	El-Baky <i>et al.</i> 2011
<i>Chlorella zofingiensis</i>	Mikroalga	Lutein	3,4 mg/dL	Kleinegris <i>et al.</i> 2011
<i>Chlorococcum citrifforme</i>	Mikroalga	Lutein	1,05 mg/hL	Kleinegris <i>et al.</i> 2011
<i>Daucus carota</i>	Wortel	α-karoten dan β-karoten	41,60-71,2 mg/kg (β-karoten) 13,44-30,11 mg/kg (α-karoten)	Redaksi PS 2010; Bozalan dan Karadeniz 2011
<i>Hylocereus polyhizus</i>	Buah Naga Merah	Karotenoid	0,005-0,012 mg/ 100 g	Kalidupa <i>et al.</i> 2018
<i>Muriellopsis sp.</i>	<i>Microalgae</i>	Lutein	5,5 mg g/dL	Kleinegris <i>et al.</i> 2011
<i>Neosporangiococcus gelatinosum</i>	Mikroalga	Lutein	0,70 mg/hL	Kleinegris <i>et al.</i> 2011
<i>Scenedesmus almeriensis</i>	Mikroalga	Lutein, β-karoten	4,9 mg/L/d(Lutein)	Macías-Sánchez <i>et al.</i> 2010; Kleinegris <i>et al.</i> 2011
<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomat	Karotenoid, lutein	65,65-133,21 mg/ 100 g (kering) 4,41-7,85 mg/ 100 g (untuk proses industri)	Mendelová <i>et al.</i> 2010; Mendelová <i>et al.</i> 2013
<i>Spirulina maxima, S. platensis</i>	Spirulina	Astaksantin, Zeaksantin, Santofil, β-karoten	1.250-2.000mg/kg (astaksantin) 1.250-2.700 mg/kg (santofil)	Redaksi PS 2010
	Tepung Kepala Udang	Karotenoid	0,30 mg/kg	Indarti <i>et al.</i> 2012

M. oleifera dikenal sebagai jenis pangan alternatif yang diakui WHO untuk individu dengan malnutrisi (Broin, 2010). *M. oleifera* umumnya dikenal sebagai menu pangan sayuran. *M. oleifera* selain dikonsumsi segar secara langsung, juga dapat diolah menjadi bentuk serbuk untuk menambah nutrisi (suplemen gizi) ragam pangan. Berdasarkan penelitian secara *in vivo* dengan subjek hewan uji menunjukkan manfaat yang baik dari penggunaan serbuk/tepung daun *M. oleifera*. Pemberian serbuk daun *M. oleifera* yang dicampurkan kedalam pakan merupakan metode terbaik dan dinilai sangat efektif. Efektifitas tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian Satria *et al.* (2016) bahwa, meningkatkan 2% penampilan produksi ayam petelur dan kualitas telur ayam. Pada penelitian Basir dan Nursyahrhan (2018) menunjukkan peningkatan bobot dan sintasan ikan nila selama 40 hari. Berdasarkan penelitian Setyowati *et al.* (2018), bahwa *M. oleifera* nilai

aktivitas enzim aspartat aminotransaminase (AST) dan alanin aminotransferase (ALT) yang berarti menimbulkan efek hepatoprotektif untuk tikus putih. Pemberian fermentasi serbuk daun *M. oleifera* yang ditambahkan pada pakan ikan nila menghasilkan pertumbuhan terbaik dengan nilai pencernaan nutrisi terbaik (Putra *et al.* 2018). Meskipun secara penambahan serbuk *M. oleifera* spesifik ikan hias masih jarang dilakukan.

Selain itu, tanaman ini juga bermanfaat dalam memperbaiki lingkungan, terutama berfungsi untuk memperbaiki kualitas air. Hasil penelitian Tie *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *M. oleifera* dapat berperan sebagai koagulan alami dalam mengatasi pencemaran air limbah oleh pewarna sintetis. Sebelumnya dilaporkan bahwa *M. oleifera* merupakan bahan alami yang terbaik yang berperan penting dalam pengelolaan air untuk memperbaiki kualitas air, mereduksi logam berat, bakteri *Escherichia coli*, alga serta sebagai surfaktan (Anwar *et al.* 2007; Pritchard *et al.* 2010; Sharma *et al.* 2007; Nishi *et al.* 2012; Teixeira *et al.* 2012; Beltrán-Heredia *et al.* 2012).

Beberapa penelitian lain menjelaskan bahwa, daun *M. oleifera* kaya nutrisi, seperti terkandungnya kalsium, zat besi, protein, vitamin C, vitamin A, dan vitamin B (Oluduro 2012; Misra dan Misra 2014). Menurut Yameogo *et al.* (2011), kandungan zat besi daun *M. oleifera* lebih tinggi dibanding sayur lain yakni 17,2 mg/ons. Selain itu menurut Natsir *et al.* (2019) daun *M. oleifera* juga mengandung 18 jenis asam amino.

Tabel 2. Kandungan nutrisi daun *M. oleifera*

Persentase kandungan nutrisi	Kondisi daun <i>M. Oleifera</i>	
	Segar	Kering
Karbohidrat (%)	51,66	57,01
Lemak (%)	4,65	2,74
Protein (%)	22,70	28,44
Serat (%)	7,92	12,63
Kalsium (mg)	350,00-550,00	1600,00-2200,00
Kadar abu	-	7,95
Kadar air (%)	94,01	4,09
Energi total (Kkal/100g)	-	307,30

Tabel 3. Kandungan asam amino dari daun *M. oleifera* (per 100 g)

Asam amino	Daun <i>M. oleifera</i>	
	Segar (mg)	Kering (mg)
Argin	406,6	1,325
Histidin	149,8	613,000
Isoleusin	299,6	825,000
Leusin	492,2	1,950
Lisin	342,4	1,325
Metionin	117,7	350,000
Fenilalanin	310,3	1,388
Dereonin	117,7	1,188
Triptofan	107,0	425,000
Valin	374,5	1,063

Tabel 4. Kandungan nutrisi serbuk daun *M. oleifera*.

Komponen nutrisi	Serbuk <i>M. oleifera</i>	Per satuan
Karbohidrat	38,20	g
Lemak	2,30	g
Protein	27,10	g
Serat	19,20	g
Kalsium	2003,00	mg
Kalium	1324,00	mg
Sulfur	870,00	mg
Besi	28,20	mg
Tembaga	0,57	mg
Fosfor	204,00	mg
Magnesium	368,00	mg
Vitamin E (Tokoferol)	113,00	mg
Vitamin C (Asam askorbat)	17,30	mg
Vitamin B3	8,20	mg
Vitamin B2 (Riboflavin)	20,50	mg
Vitamin B1 (Tiamin)	2,64	mg
Vitamin A (Betakaroten)	16,30	mg
Kalori	205,00	Kkal/100 g
Kadar air	7,50	%

Tabel 5. Kandungan karotenoid dalam daun *M. Oleifera*

Kandungan Karotenoid	Daun	Kandungan dalam Literatur (mg/100g)	Kandungan dalam Berat Kering (mg/100g)	Metode Pengeringan	Sumber
β-karoten	Kering	36,00	36,00	<i>Sun-drying</i> selama empat hari	Joshi dan Mehta, 2010
		39,60	39,60	<i>Shadow-drying</i> selama enam hari	Joshi dan Mehta, 2010
		37,80	37,80	<i>Oven-drying</i> 60°C selama satu jam	Joshi dan Mehta, 2010
	Kering	18,50	20,44	<i>Air-dried under shade</i>	Moyo <i>et al.</i> 2011
Lutein	<i>Freeze-dried</i>	66,00	66,00	<i>Freeze-drying</i>	Zhang <i>et al.</i> 2011
	<i>Freeze-dried</i>	102,00	102,00	<i>Freeze-drying</i>	Zhang <i>et al.</i> 2011

Daun *M. oleifera* diketahui kaya akan kandungan fenolat, asam askorbat, tokoferol, beta karoten, dan flavonoid sebagai antioksidan (Krisnadi *et al.* 2013; Ndhilala *et al.* 2014; Jadoon *et al.* 2015; Ramabulana *et al.* 2016). Hasil Studi Mahmood (2011), menunjukkan bahwa kadar vitamin A, C, protein, potasium dan kalsium daun *M. oleifera* setara dengan vitamin A dalam 4 wortel, vitamin C dalam 7 buah jeruk, protein dalam 2 yoghurt potasium dalam 3 buah pisang, dan kalsium dalam 4 gelas susu. Selain itu menurut Das *et al.* (2012), hasil identifikasi daun *M. oleifera* juga memiliki potensi aktivitas antimikrobia dan memiliki kadar antioksidan tinggi. Hal tersebut dikarenakan kandungan flavonoid, asam askorbat,

fenolat, serta karotenoid di dalam daun *M. oleifera* (Moyo *et al.* 2012). Ekstrak dari daun *M. oleifera* juga telah terbukti dapat menjadi agen anti-hiperlipidemia pada mencit yang diberikan pakan tinggi lemak (Alia *et al.* 2019). Pada ulasan ini juga menunjukkan perbedaan kandungan nutrisi di dalam daun *M. oleifera* segar dan kering (Tabel 2.) (Melo *et al.* 2013; Nweze dan Nwafeo 2014; Tekle *et al.* 2015; dan Shiriki *et al.* 2015), perbandingan kandungan asam amino daun *M.oleifera* kondisi segar dan kering (Tabel 3.)(Aminah *et al.* 2015), serta kandungan nutrisi serbuk daun *M. oleifera* (Tabel 4.) (Gopalakrishnan *et al.* 2016), dan kandungan karotenoid spesifik daun *M. oleifera* (Tabel 5.) yang dapat menggambarkan potensi dari *M. oleifera* secara lengkap.

KESIMPULAN

Kandungan karotenoid di dalam serbuk daun *M. oleifera* berpotensi meningkatkan kecerahan warna fisik ikan hias serta faktor lain yang dapat mempengaruhi perbedaan kecerahan warna ikan hias.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Prof. drh. Roostita L. Balia, M.App.Sc., Ph.D.; Okta Wismandanu, drh., M.Epid.; dan Ronny Lesmana, dr., M.Kes., Ph.D., AIFO. dari Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Padjadjaran atas arahan dan masukannya dalam persiapan penelitian serta kepada Ismaya Jatiswara, Rahmitiana Wuri, Muhammad Naufal Ariefqi, dan Anak Agung Ayu Dewi Sekarini untuk diskusi selama proses penyusunan jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegbite OA, Omolaso B, Seriki SA, Shatima C. 2016. Effects of *Moringa oleifera* leaves on hematological indices in humans. *Annals of Hematology and Oncology* 3(8):01-07. DOI: 10.14202/vetworld.2015.1364-1369.
- Alia F, Syamsunarno MRAA, Sumirat VA, Ghozali M, Atik N. 2019. The haematological profiles of high fat mice model with *Moringa oleifera* leaves ethanol extract treatment. *Biomedical and Pharmacology Journal* 12(4): 2143-2149. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bpj/1849>.
- Aminah S, Ramdhan T, Muflihani Y. 2015. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan* 5(2): 35-44.
- Andriani Y, Maesaroh TRS, Yustiati A, Iskandar, Zidni I. 2018. Kualitas warna benih ikan mas koki (*Carassius auratus*) Oranda pada berbagai tingkat pemberian tepung *Spirulina plantesis*. *Chimica et Natura Acta* 6(2): 49-55. DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.16341>.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. 2007. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research* 21:17–25. DOI: 10.1002/ptr.2023.

- Badan Karantina RI. 2015. Keputusan Kepala Badan Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Nomor 67/KEP-BKIPM?2015. Petunjuk Teknis Pemetaan Sebaran Jenis agen Hayati yang Dilindungi, Dilarang, dan Invasif di Indonesia.
- Basir B, Nursyahrani. 2018. Efektivitas Penggunaan Daun Kelor Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Octopus Jurnal Ilmu Perikanan* 7(2): 7-11.
- Beltrán-Heredia J, Sánchez-Martín J, Barrado-Moreno MM. 2012. Long-chain anionic surfactants in aqueous solution removal by *Moringa oleifera* coagulant. *Chemical Engineering Journal* 180:128–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.11.024>.
- Bozalan NK, Karadeniz F. 2011. Carotenoid profile, total phenolic content, and antioxidant activity of carrots. *International Journal of Food Properties* 14(5): 1060-1068. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942910903580918>.
- Broin. 2010. *Growing and processing moringa leaves*. France: Imprimerie Horizon.
- Chapman FA, Miles RD. 2018. How ornamental fishes get their color. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) FA192.
- Das AK, Rajkumar V, Verma AK, Swarup D. 2012. *Moringa oleifera* leaves extract: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in cooked goat meat patties. *International Journal of Food Science and Technology* 47:585–591. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02881.x>.
- El-Baky HHA, El-Baroty GS. 2011. Enhancement of carotenoids in *Dunaliella salina* for use as dietary supplements and in the preservation of foods. *Food Chemical Toxicology*. in press. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.04.025>.
- Emeka U, Iloegbunam NG, Gbekele-Oluwa AR, Bola M. 2014. Natural products and aquaculture development. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences* 9(2):70-82. DOI: <https://doi.org/10.9790/3008-09247082>.
- Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar DS. 2016. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness* 5:49-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>.
- Indarti S, Muhaemin M, Hudaidah S. 2012. Modified toca colour finder (M-TCF) dan kromatofor sebagai penduga tingkat kecerahan warna ikan komet (*Carasius auratus auratus*) yang diberi pakan dengan proporsi Tepung Kepala Udang (TKU) yang berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(1): 9-16. DOI: <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/bdpi/article/view/99>.
- Integrated Taxonomic Information System. 2013. *Moringa oleifera* (drumstick tree): biological classification and name. Encyclopedia of Life Newsletter.
- Jadoon S, Karim S, Bin Asad MHH, Akram MR, Khan AK, Malik A, Chen C, Murtaza G. 2015. Anti-aging potential of phytoextract loaded-

- pharmaceutical creams for human skin cell longevity. *Journal Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 10:1-17. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/709628>.
- Jebaraja KJ, Sivakumar V, Vasagam KPK. 2013. Vegetable products as dietary pigment sources for juvenile goldfish, *Carassius auratus*. *The Israeli Journal of Aquaculture* 65(1):1-6.
- Joshi P; Mehta D. 2010. Effect of dehydration on the nutritive value of drumstick leaves. *Journal of Metabolic and Systems Biology* 1: 5–9.
- Kalidupa N, Kurnia A, Nur I. 2018. Studi pemanfaatan tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyhizus*) dalam pakan terhadap pewarnaan ikan mas koi (*Cyprinus carpio* L.). *Media Akuatika* 3(1):590-597.
- Kaur R, Shah TK. 2017. Role of feed additives in pigmentation of ornamental fishes. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 5(2): 684-686.
- Kleinegris DMM, Janssen M, Brandenburg WA, Wijffels RH. 2011. Continuous sproduction of carotenoids from *Dunaliella salina*. *Enzyme and Microbial Technology* 48: 253–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2010.11.005>.
- Krisnadi AD. 2013. Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia Lembaga Swadaya Masyarakat Media Peduli Lingkungan. Blora. Retrieved <http://www.kelorina.com/>.
- Kusrini E. 2010. Budidaya ikan hias sebagai pendukung pembangunan nasional perikanan di Indonesia. *Media Akuakultur* 5(2): 109-114. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.5.2.2010.109-114>.
- Macías-Sánchez MD, Fernandez-Sevilla M, Acién-Fernández FG, Cerón-García MC, Molina-Grima E. 2010. Supercritical fluid extraction of carotenoids from *Scenedesmus almeriensis*. *Food Chemistry* 123: 928–935. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.076>.
- Mahmood KT, Mugal T, Ul-Haq I. 2011. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2 (11): 775-781.
- Mara KL. 2010. Pengaruh penambahan tepung kepala udang dalam pakan buatan terhadap peningkatan warna ikan rainbow merah (*Glossolepis incies*). [SKRIPSI]. Jakarta: Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 70 hlm.
- Melo NV, Vargas T, Quirino, Calvo CMC. 2013. *Moringa oleifera* L. an underutilized tree with macronutrients for human health. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25(10): 785-789. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i10.17003>.
- Mendelová A, Fikselová M, Mendel L. 2013. Carotenoids and lycopene content in fresh and dried tomato fruits and tomato juice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 56(5): 1329-1337. DOI: <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201361051329>.

- Mendelová A, Marecek J, Vietoris V. 2010. Dynamics of carotenoids and lycopene content in fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Potravinarstvo* 4 (special issue): 82-86.
- Mendieta-Araica B, Spörndly E, Reyes-Sánchez N, Salmerón-Miranda F, Halling M. 2013. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. *Agroforestry Systems* 87:81-92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9525-5>.
- Misra S, Misra MK. 2014. Nutritional evaluation of some leafy vegetable used by the tribal and rural people of south Odisha, India. *Journal of Natural Product and Plant Resources* 4: 23-28.
- Moyo B, Masika PJ, Hugo A, Muchenje V. 2011. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology* 10: 12925–12933. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB10.1599>.
- Moyo B. 2012. Antimicrobial activities of *Moringa oleifera* Lam. leaves extracts. *African Journal of Biotechnology* 11(11): 2797-2802. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB10.686>.
- Natsir H, Wahab AW, Budi P, Dali S, Arif AR. 2019. Amino acid and mineral composition of *Moringa oleifera* leaves extract and its bioactivity as antioxidant. *Journal of Physics: Conference Series* 1317. DOI: [10.1088/1742-6596/1317/1/012030](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012030).
- Ndhlala AR, Mulaudzi R, Ncube B, Abdelgadir HA, du Plooy CP, Van Staden J. 2014. Antioxidant, antimicrobial and phytochemical variations in thirteen *Moringa oleifera* Lam. cultivars. *Cultivars Molecules* 19(7): 10480-10494. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules190710480>
- Nishi L, Salcedo Vieira AM, Fernandes Vieira M, Bongiovani M, PereiraCamacho F, Bergamasco R. 2012. Hybrid process of coagulation / flocculation with *Moringa oleifera* followed by ultrafiltration to remove *Microcystis sp.* cells from water supply. *Procedia Engineering* 42:865–872. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.479>
- Nweze NO, Nwafeo FI. 2014. Phytochemical, proximate and mineral composition of leaves extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria. *IOSR Journal of Pharmaceutical and Biological Sciences* 9:99-103.
- Oluduro AO. 2012. Evaluation of antimicrobial properties and nutritional potentials of *Moringa oleifera* Lam. leaves in South-Western Nigeria. *Malaysian Journal of Microbiology* 8: 59-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.21161/mjm.02912>.
- Paikra BK, Dhongade HKJ, Gidwani B. 2017. Phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* Lam. *Journal of Pharmacopuncture* 20 (3): 194-200. DOI: [10.3831/KPI.2017.20.022](https://doi.org/10.3831/KPI.2017.20.022).
- Pritchard M, Craven T, Mkandawire T, Edmondson AS, O'Neill JG. 2010. A comparison between *Moringa oleifera* and chemical coagulants in the purification of drinking water- An alternative sustainable solution

- for developing countries. *Physics and Chemistry of the Earth* 35:798–805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2010.07.014>.
- Putra AN, Ningsih CW, Nurani FS, Mustahal, Indrayanto FR. 2018. Evaluasi Fermentasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Bahan Baku pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 8(2): 104-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v8i2.6726>.
- Ramabulana T, Mavunda RD, Steenkamp PA, Piater LA, Dubery IA, Madala NE. 2016. Perturbation of pharmacologically relevant polyphenolic compounds in *Moringa oleifera* against photo-oxidative damages imposed by gamma radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 156:79-86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.01.013>.
- Redaksi PS. 2010. *Koi Panduan Pemeliharaan, Galeri Foto dan Tips Tampil Cantik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Satria EW, Sjoifjan O, Djunaidi IH. 2016. Respon Pemberian Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Pada Pakan Ayam Petelur Terhadap Penampilan Produksi dan Kualitas Telur. *Buletin Peternakan* 40(3): 197-202. DOI: <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v40i3.11203>.
- Setyowati A, Utama IH, Setiasih NLE. 2018. Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pakan Tikus Putih Terhadap Ektivitas Enzim Alanin Aminotransferase dan Aspartat Aminotransferase. *Indonesia Medicus Veterinus* 7(3): 271-277. DOI: 10.19087/imv.2018.7.3.271.
- Sharma P, Kumari P, Srivastava MM, Srivastava S. 2007. Ternary biosorption studies of Cd (II), Cr (III) and Ni (II) on shelled *Moringa oleifera* seeds. *Bioresource Technology* 98:474–477. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.12.016>.
- Shiriki D, Igyor MA, Gernah DI. 2015. Nutritional evaluation of complementary food formulations from maize, soybean and peanut fortified with *Moringa oleifera* leaves powder. *Food and Nutrition Sciences* 6: 494-500. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.65051>.
- Solichin I, Haetami K, Suherman H. 2012. Pengaruh penambahan tepung rebon pada pakan buatan terhadap nilai chroma ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan Kelautan* 3(4): 185-190.
- Subamia IW, Meilisza N, Permana A. 2013. Peningkatan kualitas warna kuning dan merah serta pertumbuhan benih ikan koi melalui pengayaan tepung kepala udang dalam pakan. *Jurnal Riset Akuakultur* 8(3): 429-238. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.8.3.2013.429-438>.
- Teixeira CMLL, Kirste FV, Teixeira PCN. 2012. Evaluation of *Moringa oleifera* seed flour as a flocculating agent for potential biodiesel producer microalgae. *Journal of Applied Phycology* 24:557–563. DOI: 10.1007/s10811-011-9773-1.
- Tekle A, Belay A, Kelem K, Yohannes MW, Wodajo B, Tesfaye Y. 2015. Nutritional Profile of *Moringa stenopetala* species samples collected from

different places in Ethiopia. *European Journal of Nutrition and Food Safety* 5(5): 1100-1101. DOI: <https://doi.org/10.9734/EJNFS/2015/21263>.

Tilong AD. 2012. *Ternyata, Kelor Penakluk Diabetes*. Yogyakarta: DIVA Press.

Yameogo WC, Bengaly DM, Savadogo A, Nikièma PA, Traoré SA. 2011. Determination of chemical composition and nutritional values of *Moringa oleifera* leaves. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (3): 264-268. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2011.264.268>.

Zhang M, Hettiarachchy SN, Horax R, Kannan A, Praisoody MDA, Muhundan A, Mallangi CR. 2011. Phytochemicals, antioxidant and antimicrobial activity of *Hibiscus sabdariffa*, *Centella asiatica*, *Moringa oleifera* and *Murraya koenigii* leaves. *Journal of Medicinal Plants Research* 5: 6672–6680. DOI: <https://doi.org/10.5897/JMPR11.621>.

