

PENINGKATAN BIOAVAILIBILITAS PAKAN IKAN BERBASIS NABATI DENGAN AGEN FERMENTASI

Marlyn Kallau¹

¹ Jurusan Perikanan dan Kelautan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

ABSTRACT

Integration of simple biotechnology practice into conventional feed manufacturing methods is expected to improve the quality of artificial feed. Fermentation technology can be used as an alternative way to increase digestibility or bioavailability of artificial feed. The fermentation agent used is the starter of Lactic Acid Bacteria (LAB), Saccharomyces cerevisiae (Sc) and Rhizopus oligosporus (Ro). This experiment used Completely Randomized Design (CRD) with four treatments (F1; without fermentation agents, F2; BAL, F3; Sc and F4; Ro) and three replications so that the total experimental units were 12 experimental units. The variables measured included the physical and chemical quality of feed, the level of feed consumption and the growth parameters of tilapia. Fermented feed produced significant fish growth ($P < 0.05$) even with the same feed consumption level compared with the control. Breakdown of the nutrient content as a result of the fermentation process causes a far more efficient utilization.

Kata kunci : plant based diet, bioavailability, biotechnology, fermentation

PENDAHULUAN

Produk budidaya perairan seperti ikan, kerang-kerangan, udang dan tanaman air berkontribusi sebagai sumber pangan alternatif untuk manusia. Produksi perikanan budidaya global mencapai 73,8 juta ton pada tahun 2014 dibandingkan dengan tahun 1950 yang berkisar 584.387 ton (FAO, 2016). Pertumbuhan yang cepat mengindikasikan adanya potensi sektor perikanan budidaya dalam memenuhi permintaan pasar. Pertumbuhan ini didukung oleh pengembangan metode pemeliharaan, teknologi pakan dan kesadaran masyarakat terhadap isu perikanan berkelanjutan (*sustainable fisheries*).

Kegiatan budidaya ikan yang utama mencakup pemberian dan pembesaran. Salah satu faktor penentu yang menjadi ujung tombak dalam mendukung keberhasilan budidaya adalah pakan (Mudjiman, 2011). Pemberian pakan yang tepat sesuai dengan umur dan jenis ikan merupakan kunci keberhasilan dalam meningkatkan tingkat kelulushidupan (*survival rate*). Pakan ikan haruslah memperhatikan beberapa faktor seperti jenis ikan dan preferensi makanannya, bentuk, ukuran, keras dan lunak, bau, rasa serta kandungan gizinya (Halver, 2013). Dalam lingkungan budidaya, ikan diberi pakan alami dan buatan. Pakan alami berupa plankton (fitoplankton dan zooplankton) sedangkan



pakan buatan berupa pelet yang berasal dari bahan nabati, hewani maupun limbah.

Pakan buatan dikenal masyarakat luas, khususnya petani ikan, dalam bentuk tepung (*crumble*) dan pelet. *Crumble* adalah pakan yang berbentuk tepung dengan diameter mencapai 0,5-0,8 mm sedangkan diameter pelet berkisar antara 1-1,5 mm. Setengah dari estimasi produksi perikanan budidaya mengandalkan produktivitas alam di air sementara sisanya bergantung pada penggunaan pakan tambahan berupa bahan pakan tunggal, pakan buatan petani dan industri (FAO, 2013). Bahan baku pakan buatan adalah bahan-bahan nabati dan hewani. Bahan baku nabati berasal dari hasil pertanian seperti biji-bijian sedangkan bahan baku hewani berasal dari ikan dan limbah rumah potong hewan (darah, tulang, dll).

Seiring dengan perkembangan budidaya, kebutuhan untuk memformulasi pakan ikan berkualitas tinggi yang sesuai dengan kebutuhan ikan meningkat. Elemen dasar dari pakan ikan berasal dari ikan hasil tangkapan yang bernilai rendah atau lazimnya dikenal sebagai ikan rucah (ikan teri, makarel dan sarden) maupun produk olahan (tepung dan minyak ikan). Tepung ikan memberikan kontribusi sebagai sumber protein penting karena kandungan protein yang tinggi, profil asam amino yang sesuai kebutuhan ikan, kecernaan nutrisi yang tinggi dan kurangnya *antinutrients* sementara minyak ikan berfungsi sebagai sumber energi (Gatlin III *et al*, 2007).

Meskipun tepung ikan dan minyak ikan memiliki fungsi penting untuk ikan, tren penggunaan keduanya menurun dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa kendala yang dianggap sebagai penyebab dari fakta ini antara lain 1) pengurangan pasokan stok ikan secara global yang diperuntukan bagi produksi tepung dan minyak ikan, 2) meningkatnya *fishing cost* dan tingginya permintaan pasar baik untuk konsumsi manusia langsung ataupun pakan ternak lainnya yang mengakibatkan tingginya harga ikan rucah, 3) meningkatkan biaya operasional untuk pembuatan pakan ikan, minyak ikan dan transportasi dan 4) meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap masalah perikanan berkelanjutan (Klinkhardt di FAO, 2007; Tacon dan Metian, 2008).

Karena beberapa kendala yang disebutkan di atas, upaya untuk menemukan pengganti yang sesuai untuk tepung ikan maupun minyak ikan harus dilakukan. Pengganti kedua bahan tersebut haruslah memenuhi beberapa syarat seperti harga yang kompetitif, ketersediaan secara global, penanganan

mudah dan mempunyai profil nutrien yang menyerupai tepung ikan dan minyak ikan.

Bahan baku pakan nabati seperti minyak biji-bijian, kacang-kacangan dan biji-bijianereal banyak digunakan dalam formulasi pakan ternak termasuk ikan. Sebagai produk pertanian, bahan baku pakan nabati tersebut dapat ditemukan di seluruh dunia. Hal ini juga menjadi alasan utama, bahan baku tersebut dipergunakan sebagai alternatif untuk menggantikan tepung ikan dalam pakan buatan. Dalam lingkungan budidaya, masuknya bahan baku pakan berbasis nabati sudah dilakukan terutama untuk pakan ikan herbivora dan omnivora. Jenis ikan tersebut terbukti lebih sesuai dengan jenis pakan berbasis nabati bila dibandingkan dengan ikan karnivora dan udang (FAO, 2013).

Meningkatnya penggunaan bahan baku nabati yang berasal dari tanaman sering mengakibatkan beberapa perubahan. Perubahan profil nutrisi, penurunan palatabilitas dan adanya faktor anti nutrien (ANFs) merupakan alasan dibalik pengurangan pemakaian produk tanaman. Nutrisi makro seperti protein, karbohidrat dan lipid ditemukan dengan kuantitas dan kualitas yang sedikit berbeda bila dibandingkan dengan tepung ikan. Secara umum, nutrisi yang terkandung dalam tepung ikan relatif lebih tinggi dibandingkan bahan baku nabati lainnya (Gatlin III *et al*, 2007). Schneider *et al* (2007) juga menemukan hasil yang sama dengan ekstrak kedelai, bungkil kedelai dan gluten gandum di mana tingkat abu adalah 42,6, 60,2 dan 7,2 g/kg berat basah bila dibandingkan dengan tepung ikan yaitu 142,9 g/kg berat basah.

Keuntungan dan kerugian dari bahan yang berasal tanaman telah dipertimbangkan oleh ahli pakan ketika pakan ikan hendak diformulasikan. Bioavailabilitas dari pakan sangat penting. Kualitas pakan ditentukan oleh komposisi nutrisi yang seimbang, daya cerna yang tinggi dan penyerapan (De Silva, 1995). Dalam rangka mengurangi efek ANFs, metode pengolahan yang umum (misalnya, pemanasan kering dan basah, ekstraksi dengan air, fermentasi dan penambahan suplemen pakan) dapat digunakan untuk mengurangi efek negatif dari ANFs (Francis, 2001). Kesimpulannya, bahan baku pakan nabati dapat menjadi bahan potensial yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk pengganti tepung ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi pakan berbasis nabati dengan daya cerna yang tinggi lewat integrasi

bioteknologi sederhana berupa agen fermentasi yaitu bakteri asam laktat, ragi dan jamur.

METODE PENELITIAN

Deskripsi Umum

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan meliputi F1 : Kontrol (Pakan buatan tanpa agen fermentasi), F2 : Pakan buatan+Bakteri Asam Laktat (BAL), F3 : Pakan buatan+*Saccharomyces cerevisiae*, F4 : Pakan buatan+*Rhizopus oligosporus*. Kombinasi perlakuan yang terbentuk adalah 4 perlakuan dengan tiga ulangan sehingga total unit percobaan berjumlah 12 unit percobaan.

Hewan uji yang dipergunakan dalam eksperimen adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berasal dari hasil pemberian di Balai Benih Ikan Sentral (BBIS) Noekele, Kupang. Total jumlah ikan yang dipergunakan sebanyak 120 ekor yang didistribusikan secara merata ke 12 unit wadah pemeliharaan. Rataan berat awal ikan nila yang dipergunakan adalah $29,5 \pm 4,9$ g per ekor dan berat total sebesar 3.543 g.

Bahan baku pakan nabati yang dipergunakan adalah 97% berasal dari tumbuhan maupun limbah pertanian dengan tambahan minyak ikan sebanyak 3%. Ada 4 jenis pakan yang diujicobakan yaitu pakan nabati yang difermentasi dengan BAL (F2), *Saccharomyces cerevisiae* (F3), *Rhizopus oligosporus* (F4) dan kontrol (pakan nabati tanpa fermentasi/F1). Bahan baku pakan buatan yang dipergunakan adalah tepung kedelai, tepung jagung, dedak padi, minyak ikan, premix, kaldu, garam, tepung terigu.

Komposisi dasar bahan baku pakan buatan adalah identik untuk semua perlakuan. Yang membedakan keempat jenis pakan adalah penambahan agen fermentasi yang berbeda ke tiga perlakuan pakan sedangkan yang sisanya adalah pakan kontrol tanpa penambahan agen fermentasi. Adapun agen fermentasi yang dipergunakan adalah starter dari masing-masing mikroorganisme yaitu starter BAL, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus oligosporus*. Penambahan starter atau inokulum mikroorganisme ini disesuaikan dengan dosis yang telah ditentukan. Perlakuan F1 adalah perlakuan tanpa pemberian starter mikroorganisme sedangkan F2 adalah pakan nabati yang difermentasikan dengan 30 ml starter BAL. Dua perlakuan lainnya yaitu

perlakuan F3 ditambahkan sebanyak 18,18 g starter *Saccharomyces cerevisiae* dan perlakuan F4 sebanyak 18,18 g starter *Rhizopus oligosporus*.

Ikan nila dipelihara dalam wadah pemeliharaan berupa akuarium dengan sistem resirkulasi dimana air dipompa keluar ke filter mekanis dan dimasukkan kembali ke dalam akuarium. Akuarium yang dipergunakan berukuran 60 cm x 30 cm x 40 cm dengan jumlah total sebanyak 12 unit. Masing-masing akuarium diperlengkapi dengan pompa, aerator dan filter mekanis.

Tahapan dalam penelitian meliputi tiga tahapan utama yaitu periode aklimatisasi, pemberian pakan dan pengukuran kualitas air. Lokasi dan media pemeliharaan yang akan dipergunakan dibersihkan terlebih dahulu dengan cairan pembersih dan antiseptik. Sanitasi ini dilakukan untuk mencegah masuknya parasit maupun bibit penyakit lainnya ke wadah pemeliharaan. Setelah sanitasi, *setting up* media pemeliharaan dapat dilakukan. Wadah pemeliharaan ikan berupa akuarium. Konstruksi akuarium dirancang mengikuti prinsip resirkulasi air sehingga aliran air akan mengalir dari akuarium menuju filter dan dari filter menuju kembali ke akuarium. Sebelum ikan dimasukkan, air tawar dimasukan terlebih dahulu ke dalam media pemeliharaan dan diendapkan selama 2 minggu.

Benih ikan nila yang didatangkan haruslah terlebih dahulu diadaptasikan dengan kondisi lingkungan pemeliharaan. Ikan dipelihara dalam media pemeliharaan selama 2 minggu. Selama aklimatisasi, benih diberi pakan komersial dengan frekuensi pemberian pakan dua kali yaitu pada pagi (07.00-08.00 WITA) dan sore hari (16.00-17.00 WITA). Pola pemberian pakan ikan adalah *ad libitum* (tidak terbatas hingga ikan tidak mau makan lagi).

Selama masa pemeliharaan, ikan diberi pakan dua kali sehari secara *ad libitum* (tidak terbatas hingga ikan tidak mau makan lagi). Pakan diberikan setiap pagi (Pukul 07.00-08.00 WITA) dan sore (Pukul 16.00-17.00 WITA). Periode pemberian pakan pada ikan dilakukan selama satu bulan. Setelah periode pemberian pakan berakhir, ikan nila ditimbang kembali untuk mengetahui berat akhir. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari untuk memastikan kadar oksigen terlarut, pH dan kadar ammonia tetap terkontrol.

Variabel yang Diukur

Variabel yang diukur meliputi parameter pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan ikan nila serta kandungan nutrisi pakan (analisis proksimat).

Parameter pertumbuhan ikan yang diukur meliputi jumlah konsumsi pakan per hari (g/hari/ikan), tingkat kelulushidupan (%), pertumbuhan (g), laju pertumbuhan (%/hari), *mean metabolic body weight* ($\text{kg}^{0.8}$), *metabolic feed intake* (g/ $\text{kg}^{0.8}$ /hari), *relative growth rate per metabolic weight* (g/ $\text{kg}^{0.8}$ /hari), *relative feeding rate* (%BW/hari), *relative feeding rate per metabolic weight* (g/ $\text{kg}^{0.8}$) dan konversi pakan. Berikut perhitungan parameter pertumbuhan ikan dijabarkan dengan lebih mendetail :

1. Jumlah konsumsi pakan per hari (g/hari/ikan) = $(F_{\text{pagi}} + F_{\text{sore}}) / T / N_{\text{fin}}$
 - F = Jumlah total pakan (g)
 - T = Jumlah total hari pemberian pakan (hari)
 - N_{fin} = Jumlah total ikan di akhir penelitian
2. Tingkat kelulushidupan/ Survival (S) (%) = $(N_{\text{initial}} - N_{\text{dead}}) / N_{\text{initial}} * 100 \%$
 - N_{initial} = Jumlah awal ikan (ekor)
 - N_{dead} = Jumlah ikan yang mati (ekor)
3. Pertumbuhan/ Growth (G) (g) = $BW_{\text{final}} - BW_{\text{initial}}$
 - BW_{final} = berat ikan di akhir penelitian (g)
 - BW_{initial} = berat ikan di awal penelitian (g)
4. Specific growth rate (SGR) (%/day) = $100 * (\ln BW_{\text{final}} - \ln BW_{\text{initial}}) / T$
5. Mean metabolic body weight (MBW) ($\text{kg}^{0.8}$) = $\text{Exp}((\ln BW_{\text{final}} + \ln BW_{\text{initial}}) / 2) / 1000)^{0.8}$
6. Metabolic feed intake (g/ $\text{kg}^{0.8}$ /day) = FI/MBW
 - FI = rata-rata konsumsi pakan yang dihabiskan ikan/hari (g/hari)
7. Relative growth rate per metabolic weight (RGRm) (g/ $\text{kg}^{0.8}$ /day) = G/MBW
8. Relative feeding rate (RFR) (%BW/d) = $F_{\text{intake}} / \text{Exp}((\ln BW_{\text{final}} + \ln BW_{\text{initial}}) / 2) * 100$
 - F_{intake} = Jumlah pakan yang dikonsumsi ikan per hari (g/fish/day)
9. Relative feeding rate per metabolic weight (RFRm) (g/ $\text{kg}^{0.8}$) = F_{intake} / MBW
10. Konversi pakan/ Feed conversion ration (FCR) = F_{intake} / G

Untuk mengetahui kandungan nutrisi pada pakan maka dilakukan analisis proksimat yang mencakup kadar protein, karbohidrat, lemak, serat, kadar abu dan kadar air pakan. Metode pengukuran dan peralatan yang dipergunakan pada analisis proksimat dapat dilihat di Tabel 1. Analisis tersebut dilakukan di Lab THP Prodi TPG Politeknik Pertanian Negeri Kupang.

Tabel 1. Metode dan Alat Pengukuran pada Analisis Proksimat

No	Parameter	Metode pengukuran	Alat
1	Protein	Lowly	Spektometer
2	Karbohidrat	Perhitungan (<i>by difference</i>)	-
3	Lemak	Soxlet Automatic	Soxtherm
4	Kadar abu	Gravimetri	Nabertherm Furnace Type B
5	Kadar air	Gravimetri	Oven Memmert

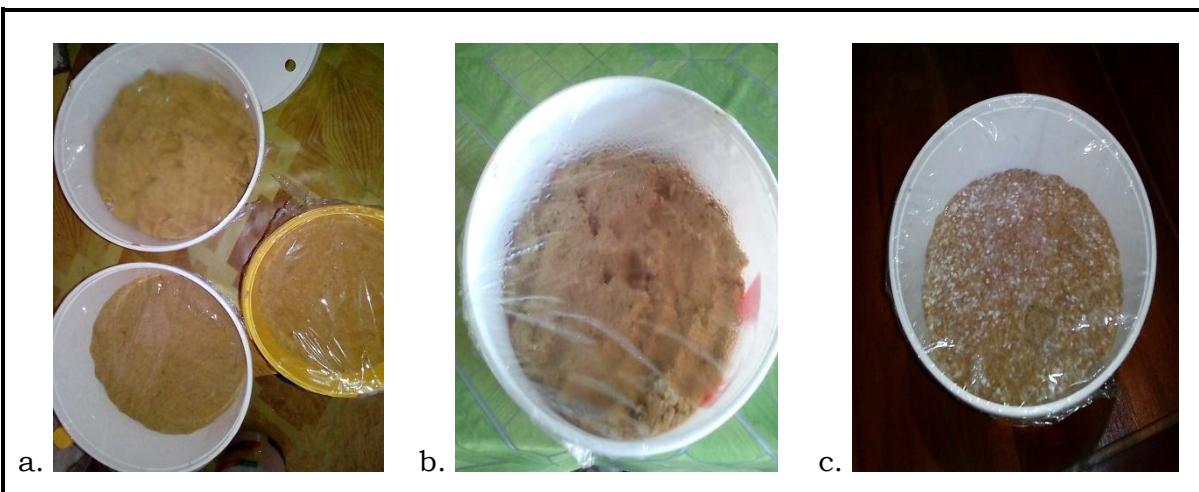
Data hasil penelitian diolah terlebih dahulu dengan Microsoft Excel 2011 dan selanjutnya dianalisa dengan analisis ragam (ANOVA) dengan menggunakan *software* pengolah data (IBM SPSS Statistics 24).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Fisik dan Kimia Pakan

Produk pakan ikan yang dihasilkan adalah pakan yang berasal dari bahan baku nabati sebanyak 97%. Dari 4 tipe pakan yang diproduksi, tiga tipe merupakan pakan yang diperkaya dengan agen fermentasi dan satu pakan tanpa penambahan agen fermentasi. Pakan yang difermentasi mempunyai tekstur dan bau yang khas bila dibandingkan dengan pakan non fermentasi. Proses pembuatan pakan dimulai dari proses penepungan semua bahan baku dengan menggunakan *grinder*. *Grinder* berfungsi untuk menghaluskan bahan baku pakan. *Mesh size* atau ukuran saringan grinder dapat dibongkar pasang hingga memenuhi kebutuhan pemesan. Untuk produksi pakan ikan, saringan dengan ukuran partikel terkecil dipilih (< 1 mm). Hasil yang didapatkan berupa bahan baku yang berbentuk tepung.

Bahan baku yang sudah berbentuk tepung di ayak terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar pelet yang dihasilkan tidak mudah pecah dan hancur dalam air. Jika bahan baku pelet masih berukuran tidak seragam dan langsung dicampur, pelet yang dihasilkan akan mudah hancur dalam waktu singkat. Hal tersebut akan berpengaruh pada kualitas air media pemeliharaan ikan. Air akan mudah menjadi keruh dan dapat mengganggu kesehatan ikan. Setelah itu, bahan baku kemudian ditimbang dan selanjutnya dicampur. Pakan F1 langsung dicetak dan dijemur sedangkan pakan F2, F3 dan F4 difermentasi terlebih dahulu selama 3 hari baru dicetak (Gambar 1a).



Gambar 1. Fermentasi Pakan Ikan Berbasis Nabati (a. Fermentasi hari pertama, b. Pakan F3 dan c. Pakan F4)

Tekstur pakan yang diperlakukan fermentasi lebih lunak bila dibandingkan pakan yang tidak diperlakukan fermentasi. Titik-titik air bermunculan semenjak hari pertama fermentasi pada permukaan plastik penutup wadah. Pakan tersebut juga mengeluarkan bau yang khas dan pada pakan F4, permukaan bahan ditumbuhki selaput putih tipis (miselium) yang merupakan pertanda tumbuhnya jamur *Rhizopus oligosporus* (Gambar 1c). Respon ikan nila terhadap pakan buatan baik pakan itu fermentasi dan non fermentasi sangat baik. Ikan nila akan langsung merespon dan mengambil pakan yang diberikan.

Selain kualitas fisik, kandungan nutrisi pakan dapat diketahui melalui analisis proksimat. Analisis proksimat yang dianalisis meliputi kadar protein kasar (*crude protein*), karbohidrat kasar (*crude fiber*), lemak kasar (*crude fat*), abu (*crude ash*) dan kadar air. Hasil dari analisis proksimat dengan duplikasi dapat dilihat pada Tabel 2. Kandungan protein kasar tertinggi didapatkan pada pakan F2 sedangkan kandungan terendah pada F3. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi dengan menggunakan starter *Rhizopus oligosporus* menghasilkan kandungan protein kasar yang rendah pada pakan ikan berbasis nabati bila dibandingkan dengan BAL dan *Saccharomyces cerevisiae*. Pakan F1 mempunyai kandungan lemak, serat kasar yang relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan tiga jenis pakan lainnya. Sedangkan pakan yang diperlakukan fermentasi mempunyai kandungan air yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pakan yang tidak diperlakukan fermentasi.

Tabel 2. Hasil Analisis Proksimat Pakan Berbasis Nabati

Perlakuan	Protein kasar (%)	Lemak kasar (%)	Serat kasar (%)	Abu kasar (%)	Air (%)
F1	38.92	14.12	23.02	11.24	12.71
F2	39.38	13.71	21.43	10.74	14.75
F3	36.82	13.64	24.12	12.36	12.72
F4	38.60	13.01	23.02	10.92	14.46

Gatlin III *et al* (2007) merekomendasikan kandungan protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan abu kasar pakan berbasis nabati berturut-turut adalah 48-80%, 2-20%, < 6%, 4-8%. Dari hasil analisis proksimat pakan (Tabel 2) didapatkan bahwa persentasi protein kasar, serat kasar dan abu kasar masih di bawah rekomendasi yang disarankan oleh Gatlin III *et al*. Formulasi pakan dasar berbasis nabati yang dipergunakan dalam diet ikan nila ternyata belum berada pada level yang diinginkan. Inklusi bahan baku nabati sumber protein dalam

formulasi bahan dasar adalah 45%. Jumlah tersebut ternyata belum memberikan hasil yang maksimum walaupun dengan adanya proses fermentasi.

Fermentasi bahan baku pakan ikan seperti kedelai dapat meningkatkan daya cerna dan kandungan nutrisi terutama kalsium, vitamin A dan vitamin B (Kim *et al* dalam Zhou, 2011). Berkurangnya konsentrasi trypsin inhibitor dan meningkatnya konsentrasi molekul peptida sederhana adalah salah satu kelebihan proses fermentasi (Hong *et al*, 2004). Dari hasil analisis proksimat, hanya perlakuan F2 yaitu fermentasi dengan BAL yang menunjukkan kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan F1. Inklusi bahan baku sumber protein yang masih di bawah *range* dan proses pengolahan bahan baku yang masih relatif sederhana merupakan dua faktor utama penyebab kurang maksimalnya hasil proses fermentasi pakan berbasis nabati.

Pada pengolahan tempe tradisional, proses pengolahan kedelai dimulai dari perendaman dan perebusan. Setelah melewati kedua proses pengolahan tersebut, kedelai difermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* selama minimal dua hari. Pada proses fermentasi tersebut, enzim akan menghidrolisis protein pada kedelai sehingga akan menghasilkan tekstur, *flavour* dan bau yang khas (Azeke *et al*, 2007). Tidak adanya pengolahan bahan baku sebelum proses pembuatan pakan berbasis nabati akan menyebabkan proses fermentasi yang kurang sempurna sehingga *breakdown* nutrisi tidak akan berjalan sempurna dan dapat terhambat.

Pertumbuhan Ikan

Pemberian pakan dilaksanakan selama 30 hari. Pakan diberikan dua kali sehari hingga ikan kenyang yaitu pada pagi dan sore hari. Beberapa parameter pertumbuhan ikan seperti tingkat kelulushidupan (%), jumlah konsumsi pakan per hari (g/hari/ikan), konversi pakan, pertumbuhan (g), laju pertumbuhan (%/hari), *mean metabolic body weight* ($\text{kg}^{0.8}$), *metabolic feed intake* (g/ $\text{kg}^{0.8}$ /hari), dan *relative growth rate per metabolic weight* (g/ $\text{kg}^{0.8}$ /hari) dipergunakan untuk menganalisa pertumbuhan ikan nila.

Data hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 3. Data tersebut menunjukkan bahwa ada pengaruh nyata perlakuan terhadap pertumbuhan ikan nila (g/hari/individu) ($P > 0.05$). Berat akhir ikan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Rerata perlakuan F2 dan F3 berbeda dengan kontrol atau F1. Walaupun demikian, konsumsi pakan dan parameter pertumbuhan lainnya menunjukkan tidak ada pengaruh nyata ($P < 0.05$).

Ikan yang diberi pakan yang telah difermentasi menunjukkan pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan yang lebih baik (Ramachandran, 2007). Pakan ikan berbasis nabati dengan kandungan protein 42,4 – 48,9% baik dalam bentuk konsentrat maupun tepung menghasilkan pertumbuhan ikan yang baik namun juga menyebabkan munculnya beberapa faktor pembatas (Barrows *et al*, 2007). Ikan yang diberi makan dengan pakan nabati mempunyai pertumbuhan yang 10% lebih lambat dari pakan dengan tepung ikan. Hal ini disebabkan oleh pakan berbasis nabati kekurangan beberapa kandungan nutrisi penting bagi pertumbuhan ikan dan zat anti nutrisi.

Tabel 3. Parameter Pertumbuhan Ikan Nila

Parameter	Perlakuan				p-value
	F1	F2	F3	F4	
Periode Pemeliharaan (hari)	30	30	30	30	
Jumlah wadah pemeliharaan	12	12	12	12	
Jumlah ikan	10	10	10	10	
Tingkat kelulushidupan (%)	100	100	100	100	
Berat awal (g)	27.6 ± 4.8	29.6 ± 2.8	32.0 ± 2.5	28.9 ± 5.4	0.64
Berat akhir (g)	62.4 ± 4.5 ^a	73.2 ± 2.7 ^b	71.7 ± 2.6 ^b	69.1 ± 5.7 ^{ab}	0.05*
Konsumsi Pakan					
Total konsumsi pakan (g)	460.2 ± 49.2	508 ± 28.2	447.6 ± 40.3	535 ± 92.9	
Konsumsi pakan (g/hari)	15.3 ± 1.6	16.9 ± 0.9	14.9 ± 1.3	17.8 ± 3.1	
Konsumsi pakan (g/hari/ikan)	1.53 ± 0.16	1.69 ± 0.09	1.49 ± 0.13	1.78 ± 0.31	0.29
Konversi pakan	1.3 ± 0.15	1.2 ± 0.06	1.1 ± 0.10	1.3 ± 0.23	0.30
Pertumbuhan					
Pertumbuhan (kg)	0.35 ± 0.0	0.44 ± 0.0	0.40 ± 0.0	0.40 ± 0.0	
Pertumbuhan (g/hari)	11.6 ± 0.1	14.5 ± 0.1	13.2 ± 0.0	13.4 ± 0.1	
Pertumbuhan (g/hari/ind)	1.2 ± 0.01 ^a	1.5 ± 0.01 ^c	1.3 ± 0.0 ^b	1.3 ± 0.01 ^b	0.00*
SGR (%/hari)	2.74 ± 0.32	3.03 ± 0.19	2.70 ± 0.15	2.94 ± 0.38	0.46
MBW (kg ^{0.8})	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.0	0.09 ± 0.0	0.08 ± 0.01	0.38
RGRm (g/kg ^{0.8} /hari)	14.9 ± 1.51	17.0 ± 0.94	15.1 ± 0.7	16.3 ± 1.77	0.25

Pemanfaatan pakan berbasis nabati yang telah difermentasi menunjukkan pertumbuhan ikan nila yang berbeda nyata dalam taraf α 0.05 walaupun nilai SGR, MBW dan RGRm tidak berbeda nyata. Dari hasil konsumsi pakan, ikan nila dapat memanfaatkan nutrisi dengan baik pada pakan yang telah difermentasi sehingga menyebabkan berat akhir ikan yang relatif lebih tinggi dari pakan non fermentasi.

Breakdown kandungan nutrisi sebagai hasil proses fermentasi menyebabkan pemanfaatan yang jauh lebih efisien walaupun belum optimal dikarenakan penanganan awal bahan baku yang masih sederhana. Jika penanganan awal bahan baku lebih baik maka efisiensi pakan akan jauh optimal dan dapat berimbas positif bagi pertumbuhan ikan nila. Yamamoto *et al* (2010) menjabarkan bahwa fermentasi kedelai dengan pemanasan awal hingga

suhu 80°C dan kultur starter agen fermentasi kurang lebih 10 jam menghasilkan pertumbuhan dan daya cerna ikan yang baik sama seperti hasil yang diperoleh dari pemberian pakan dengan tepung ikan. Adanya penanganan awal yang baik dapat mengurangi zat anti nutrisi dalam pakan.

Kualitas air

Manajemen kualitas air tetap diperhatikan selama proses pemberian pakan berlangsung. Parameter kualitas air diukur secara harian dan mingguan (Tabel 4). Parameter yang diukur adalah oksigen, amonia, nitrit, nitrat, konduktivitas dan suhu. Kisaran air masih berada dalam batas toleransi untuk pemeliharaan ikan nila dalam sistem resirkulasi (Simuchimba dalam Mohammed Ramli, 2008)

Tabel 4. Parameter Kualitas Air

Parameters	Mean ± SD	Min - Max	
O ₂	5.20 ± 0.47	4.2 - 6.2	mg/L
NH ₄ ⁺	0.23 ± 0.25	0.0 - 0.8	mg/L
NO ₂ ⁻	0.19 ± 0.23	0.1 - 0.8	mg/L
NO ₃ ⁻	176.19 ± 92.36	50 - 350	mg/L
Konduktivitas	1.41 ± 0.71	0.7 - 3.1	µS/cm
pH	7.15 ± 0.28	6.3 - 7.7	-
Suhu	28.73 ± 0.22	27.8 - 29.0	°C

KESIMPULAN

Pakan ikan berbasis nabati adalah salah satu jenis pakan yang dapat dijadikan alternatif pengganti pakan berbasis tepung ikan. Bahan baku nabati mudah dijumpai dengan harga yang jauh lebih murah bila dibandingkan dengan tepung ikan. Salah satu kelemahan dari jenis pakan ini adalah kurang lengkapnya komposisi nutrisi bagi ikan dan keberadaan zat anti nutrisi yang menghalangi penyerapan nutrisi (bioavaibilitas). Untuk meningkatkan bioavaibilitas pakan, proses fermentasi dapat dipergunakan. Dari keempat pakan yang diujicobakan, pakan yang telah diperlakukan menghasilkan pertumbuhan ikan yang signifikan walaupun dengan tingkat konsumsi pakan yang sama. *Breakdown* kandungan nutrisi sebagai hasil proses fermentasi menyebabkan pemanfaatan yang jauh lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Azeke, M. A., B. Fretzdorff, H. Buening-Pfaue, T. Betsche. 2007. Comparative Effect of Boiling and Solid Substrate Fermentation Using the Tempeh Fungus (*Rhizopus oligosporus*) on the Flatulence Potential of African Yambean (*Sphenostylis stenocarpa* L.) Seeds. *Food Chemistry*. 103 : 1420-1425.
- Barrows, F. T., T. G. Gaylord, D. A. J. Stone, C. E. Smith. 2007. Effect of Protein Source and Nutrient Density on Growth Efficiency, Histology and Plasma Amino Acid Concentration of Rainbow Trout. *Aquaculture research*. 38:1747-1758.
- De Silva, S.S., T. A. Anderson. 1995. *Fish nutrition in aquaculture*. Edisi 6. Chapman and Hall, London.
- FAO. 2007. Global Trade Conference on Aquaculture. *FAO Fisheries Proceeding 9* in Qingdao, Cina, 2007. FAO, Roma, pp 271.
- FAO. 2013. *The state of World Fisheries and Aquaculture 2013*. FAO Fisheries And Aquaculture Department, Roma.
- FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries And Aquaculture Department, Roma.
- Francis, G., H.P.S. Makkar, K. Becker. 2001. Antinutritional Factors Present in Plant-Derived Alternate Fish Feed Ingredients and Their Effects in Fish. *Aquaculture*. 199: 197-227.
- Gatlin III, D.M., Mackenzie, D.S., Craig, S.R., Neill, W.H.. 2007. Effects of Dietary Sodium Chloride on Red Drum Juveniles in Waters of Various Salinities. *The Progressive Fish-Culturist*. 54: 220-227.
- Gatlin III, D. M., F. T. Barrows, P. Brown, K. Dabrowski, T. G. Gaylord, R. W. Hardy, E. Herman, G. Hu, A. Krogdahl, R. Nelson, K. Overturf, M. Rust, W. Sealey, D. Skonberg, E. J. Souza, D. Stone, R. Wilson, E. Wurtele. 2007. Expanding the Utilization Of Sustainable Plant Products In Aquafeeds: A Review. *Aquaculture Research*. 38: 551-579.
- Halver, J. 2013. *Fish Nutrition*. Edisi 3. Academic Press, San Diego.
- Hong, K. J., C. H. Lee, S. W. Kim. 2004. *Aspergillus oryzae* 3.042GB-107 Fermentation Improves Nutritional Quality Of Food Soybeans And Feed Soybean Meals. *Journal of Medicinal Food*. 7 : 430- 434.
- Mohamed Ramli, N. 2008. *The Effect Of C/N Ratio In The Feed On The Performance Of The Denitrification Reactor*. Thesis. Aquaculture and Fisheries Group, Wageningen.
- Mudjiman, A. 2011. *Makanan Ikan*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Ramachandran, S., A. K. Ray. 2007. Nutritional Evaluation of Fermented Black Gram (*Phaseolus mungo*) Seed Meal in Compound Diets for Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), Fingerlings. *Journal Applied Ichthyology*. 23 : 74-79.
- Schneider, O., A. K. Amirkolaie, J. Vera-Cartas, , E. H. Eding, J. W. Schrama, J. A. J. Verreth. 2007. Digestibility, Faeces Recovery, And Related Carbon, Nitrogen And Phosphorus Balances Of Five Feed Ingredients Evaluated As Fishmeal Alternatives In Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*. 35: 1370-1379.
- Yamamoto, T., Y. Iwashita, H. Matsunari, T. Sugita, H. Furuita, A. Akimoto, K. Okamatsu, N. Suzuki. 2010. Influence Of Fermentation Conditions For Soybean Meal In A Non Fish Meal Diet On The Growth Performance And Physiological Condition Of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 309: 173-180.
- Zhou, F., W. Song, Q. Shao, X. Peng, J. Xiao, Y. Hua, B. N. Owari. 2011. Partial Replacement of Fish Meal by Fermented Soybean meal in Diets for Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegelii*, Juveniles. *Journal of The World Aquaculture Society*. 42 (2) : 184 – 196.