

**PENGARUH PEMBERIAN BIJI KAPUK RANDU (*Ceiba pentandra*)
DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP PROFIL ASAM AMINO
IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:
**LAILI INDRIANY
NIM. 125080500111093**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH PEMBERIAN BIJI KAPUK RANDU (*Ceiba pentandra*)
DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP PROFIL ASAM AMINO
IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**LAILI INDRIANY
NIM. 125080500111093**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH PEMBERIAN BIJI KAPUK RANDU (*Ceiba pentandra*)
DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP PROFIL ASAM AMINO
IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

Artikel Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh:

LAILI INDRIANY
NIM. 125080500111093

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc)

NIP. 19610310 198701 2 001

Tanggal: 20 OCT 2016

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ating Yuniarti, S.Pi., M. Aqua)

NIP. 19750604 199903 2 002

Tanggal: 20 OCT 2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal: 20 OCT 2016

PENGARUH PEMBERIAN BIJI KAPUK RANDU (*Ceiba pentandra*) DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP PROFIL ASAM AMINO IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)

Laili Indriany¹, Anik Martinah Hariati², dan Ating Yuniarti²
Budidaya Perairan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi protein tepung kedelai dengan tepung biji kapuk dalam formulasi pakan terhadap profil asam amino ikan bawal air tawar dan mengetahui persentase substitusi protein tepung biji kapuk yang dapat dilakukan dalam formulasi pakan dilihat dari kualitas proteinnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan substitusi protein tepung biji kapuk terhadap protein tepung kedelai (0%, 25%, 50%, 75% dan 100%).. Pada penelitian ini diperoleh 16 jenis asam amino yang terdeteksi (8 asam amino esensial dan 8 non-esensial) pada pakan formulasi dan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Total asam amino esensial pada ikan bawal yang tertinggi didapat pada substitusi 75% yaitu 33,06%. Nilai rasio A/E pakan formulasi menunjukkan asam amino arginin, leusin, lisin, fenilalanin dan treonin adalah yang dominan, sedangkan pada ikan bawal adalah arginin, leusin, lisin dan treonin. Skor kimia pakan formulasi terhadap profil asam amino ikan bawal air tawar menunjukkan asam amino esensial yang defisien adalah asam amino esensial lisin pada substitusi 100% yaitu 74,97%. Nilai IAAE pakan formulasi yang tertinggi ada pada substitusi 0% yaitu 109,16%, semakin ditambah jumlah tepung biji kapuknya maka semakin menurun nilai IAAE dari pakan formulasi.

Kata kunci: tepung biji kapuk, ikan bawal air tawar, asam amino, kualitas protein

- ¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
- ²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

THE INFLUENCE OF KAPOOK SEEDS (*Ceiba pentandra*) IN FISH DIET TO THE AMINO ACID PROFILE OF TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

Laili Indriany¹, Anik Martinah Hariati², dan Ating Yuniarti²
Aquaculture

Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya, Malang

ABSTRACT

The purpose of this study was to show the effect of protein substitution from soybean meal to kapook seeds meal in on the amino acid profile of Tambaqui and to know the percentage of protein substitution of kapook seedsmeal that can be made in fish diet be seen from the quality of the protein. Five treatments triplicate replications and experimental completely randomized design were used for this study. The treatments of protein substitution were 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. In this study, the results showed that 16 amino acid (8 essential and 8 non-essential amino acid) were found. The highest result on total amino acid oftambaqui was 33.06% (treatment 75%). Dominant A/E ratio in fish diet were arginine, leucine, lysine, phenylalanine and threonine. Furthermore, dominant A/E ratio in fish were arginine, leucine, lysine and threonine. Chemical score of tambaqui showed that deficient amino acid was lysine (74.97% on treatment 100%). The highest EAAI value on fish diet was 109.16% (treatment 0%), the added amount of kapook seeds meal then declining EAAI value of fish diet.

Kata kunci: cotton seeds meal, tambaqui, amino acid, protein quality

- ¹⁾ Student of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya
- ²⁾ Lecturer of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya

PENDAHULUAN

Ikan bawal air tawar merupakan ikan yang dapat dibudidayakan secara intensif. Ikan ini, selain memiliki prospek pasar dalam negeri, juga diekspor ke beberapa negara. Tidak kurang dari 500 juta ekor benih setiap musim dijual ke berbagai propinsi di Indonesia (Arie, 2000).

Di dalam budidaya ikan, pakan harus tersedia cukup dalam jumlah dan kualitasnya agar terdukungnya kualitas budidaya yang maksimal. Pakan mempengaruhi biaya produksi dalam kegiatan budidaya mencapai 60-70%. Salah satu zat makanan yang sangat dibutuhkan ikan sebagai sumber gizi dan sumber energi utama pada ikan yang dapat meningkatkan pertumbuhan adalah protein.

Protein dibutuhkan dalam pakan untuk menyediakan asam amino esensial dan nitrogen untuk menyintesis asam amino nonesensial. Asam amino adalah bahan dasar pembentuk protein. Senyawa ini dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu asam amino esensial dan nonesensial. Asam amino esensial tidak dapat disintesis oleh tubuh ikan sehingga harus selalu didapatkan dari luar tubuh melalui makanan (Afrianto dan Liviawaty, 2005).

Menurut Handajani dan Widodo (2010), salah satu kelemahan penyusunan pakan ikan selama ini adalah kurang mengoptimalkan potensi bahan pakan lokal. Umumnya bahan pakan terutama sumber protein masih impor. Hal ini mengakibatkan harga bahan pakan tersebut relatif mahal. Salah satu pengganti sumber protein nabati yang mudah didapatkan adalah biji tanaman kapuk randu (*Ceiba pentandra*).

Menurut Melwita *et al.* (2014), setiap pohon kapuk dewasa dapat menghasilkan antara 4.000 – 5.000 buah per tahun, sehingga dihasilkan biji kapuk sekitar 50 kg per tahun. Beberapa

keunggulan biji kapuk itu sendiri adalah bahannya mudah didapat karena masa panennya 6 bulan sekali dan harganya relatif murah (Rp. 1.000/kg biji). Menurut Haryadi *et al.* (2014), kandungan protein biji kapuk randu (*Ceiba pentandra*) adalah 29%. Dari kandungan protein tersebut, biji kapuk dapat digunakan untuk menambah bahan protein nabati dalam pakan buatan dan sebagai sumber asam amino bagi ikan. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh substitusi protein tepung kedelai dengan tepung biji kapuk pada formulasi pakan terhadap profil asam amino ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2016 di Laboratorium Reproduksi Ikan, Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan dan Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Dan uji profil asam amino di Laboratorium Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor, Jawa Barat pada bulan Mei – Juni 2016.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, akuarium berukuran 60x30x30 cm³, seser, aerator set, heater akuarium, baskom, pemanas air, pengaduk, nampan, penggiling, mortar dan alu, DO meter, timbangan digital, pH meter, ayakan, neraca analitik 5 desimal, pipet 3 ml, pengaduk magnetik, erlenmeyer 1000 ml, tabung reaksi 10 ml yang tertutup, amino acid analyzer Beckman tipe CL 119, oven pengering vakum, pipet tetes, dan alat penyaring membran berukuran 0,22 µm.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, Ikan Bawal air tawar *Colossoma macropomum*, kertas label, plastik, air tawar, plastik musa, T. Kedelai, T. Biji kapuk, T. Dedak, T. Terigu, T. Maizena, T. *Meat bone meal* (MBM), vitamin dan mineral, garam, Cr₂O₃, larutan penyangga trisodium sitrat 2H₂O dengan tiga variasi pH yaitu pH 3,25 (0,2 N Na⁺ + 1% propanol), pH 3,95 (0,2 N Na⁺) dan pH 6,4 (1 N Na⁺), Larutan HCl 6 N dan 0,1 N, larutan litium asetat, terdiri atas 168 g Li(OH)₃, 600 ml asam asetat glacial dan 400 ml air bebas ion, larutan standar asam amino buatan Beckman, dan larutan ninhidrin, terdiri atas 200 ml larutan “Dimethyl Sulfokside”, 66,66 ml larutan litium asetat, 5,32 g ninhidrin, 0,22 g hidridantin dan gas N₂ murni.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam penelitian ini, ada beberapa perlakuan pakan yang akan diujikan ke benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*), yaitu 0% (A), 25% (B), 50% (C), 75% (D) dan 100%(E) substitusi protein T. kedelai dengan T. biji kapuk.

Prosedur Penelitian

Langkah awal dari persiapan pakan formula adalah menguji proksimat semua bahan yang akan digunakan dalam formulasi untuk mengetahui kandungan semua bahan kemudian diformulasikan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Formula dan Hasil Proksimat Pakan Perlakuan

| BAHAN | FORMULA PAKAN PERLAKUAN (%) | | | | |
|------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| T. Ikan | 42,00 | 42,00 | 42,00 | 42,00 | 42,00 |
| T. Kedelai | 20,00 | 15,00 | 10,00 | 5,00 | 0,00 |
| MBM | 17,00 | 17,00 | 17,00 | 17,00 | 17,00 |

| BAHAN | FORMULA PAKAN PERLAKUAN (%) | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| T. Biji Kapuk | 0,00 | 5,20 | 10,50 | 15,70 | 21,00 |
| Dedak | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 |
| T. Terigu | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Maezena | 2,00 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Garam | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Vit. & Mineral Mix | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| HASIL PROKSIMAT PAKAN FORMULA* | | | | | |
| Protein(%) | 32,04 | 32,22 | 30,67 | 30,99 | 31,74 |
| Lemak(%) | 7,93 | 9,88 | 8,67 | 9,93 | 12,38 |
| Serat Kasar(%) | 4,09 | 3,68 | 5,11 | 5,25 | 8,03 |
| Abu (%) | 22,57 | 21,37 | 21,64 | 21,52 | 21,92 |
| BETN (%) | 29,65 | 28,92 | 29,02 | 29,26 | 22,65 |

Keterangan:

* = Hasil Analisis Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang

Kemudian dilanjutkan dengan mempersiapkan ikan yang akan diuji dan wadah pemeliharaan sebagai berikut:

- Benih Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) diperoleh dari petani ikan di Tulungagung, Jawa Timur (Wo ± 4 gr).
- Akuarium dibersihkan untuk menghilangkan materi-materi yang tidak diinginkan, kemudian disusun sesuai dengan perlakuan.
- Akuarium diisi air hingga ketinggian 20 cm atau setara dengan volume 36 liter kemudian diberi aerasi.

Media pemeliharaan diaerasi selama 24 jam.

Pelaksanaan Penelitian

a. Pemeliharaan Ikan

Tahapan-tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dipuasakan kurang lebih selama 24 jam dengan tujuan untuk mengosongkan lambung dan ditimbang bobot awal (Wo)
- Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) ditebar dengan kepadatan 2 ekor/liter dengan lama pemeliharaan selama 30 hari dan ukuran akurium 60x30x30 cm².

- Pakan diberikan sebanyak 3 kali dengan pemberian sebanyak 4% dari bobot tubuh. Pakan diberikan pada pukul 08.00, 13.00 dan 18.00 WIB.
- Pergantian air dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 WIB. Pergantian air dilakukan dengan cara menyipon air sebanyak 50-70%.
- Kualitas air diukur setiap hari pukul 06.00 dan 16.00 WIB. Untuk Total Amonia Nitrogen (TAN) diukur setiap 10 hari sekali pada pukul 06.00 WIB.
- Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap 10 hari sekali meliputi pengukuran bobot tubuh (W). Hal ini dilakukan untuk menentukan jumlah pakan untuk 10 hari ke depan.
- Pengamatan profil asam amino ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dan pakan yang diujikan dilakukan pada akhir penelitian.

b. Pengamatan Profil Asam Amino

Berikut adalah prosedur perhitungan asam amino menurut Sitompul (2004):

• Hidrolisis Protein

Sebanyak 50 mg dari masing-masing contoh yang sudah kering dan halus ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam tabung pyrex 10 ml yang tertutup. Selanjutnya ditambahkan 5 ml HCl 6 N dan dialiri gas nitrogen murni (Nitrogen HP), kemudian tabung ditutup dan diletakkan dalam oven dengan suhu 105° – 110°C selama 24 jam.

• Pengeringan Hasil Analisis

Hasil hidrolisis dikeluarkan dari dalam oven, dibiarkan sampai suhu ruang, kemudian disaring dengan kertas saring whatman No. 41. selanjutnya dipipet 1 ml larutan ke dalam tabung 10 ml, dibekukan dengan es kering dan dikeringkan dalam pengering vakum.

• Penetapan Asam Amino

Hasil hidrolisis yang sudah kering dilarutkan kembali dengan HCl 0,1 N hingga volume 3 ml, diaduk dengan *vortex* sampai homogen dan disaring dengan alat penyaring dengan ukuran membran 0,22 µm. sebanyak 100 µl hasil saringan diinjeksikan pada alat.

• Parameter Alat

Sebanyak 100 µl contoh diinjeksikan ke dalam alat yang menggunakan resin penukaran zat ion (*cation exchange*) W3 buatan Beckman dengan ukuran kolom 6 x 460 mm, tinggi resin 220 mm dan suhu kolom 70°C. larutan penyangga yang digunakan adalah trisodium sitrat dengan pH 3,25 (mengandung 0,2 N Na⁺ dan 1% propanol), pH 3,95 (mengandung 0,4 N Na⁺) dan pH 6,4 (mengandung 1 N Na⁺). Kecepatan alir larutan penyangga adalah 33 ml/jam, kecepatan alir larutan ninhidrin 16,5 ml/jam, kecepatan kertas pencatat (*recorder*) 6 inci/jam (1 inci = 2,54 cm), serta tekanan kolom 400-450 psi. waktu alir larutan penyangga 1 adalah 37,6 menit, larutan penyangga 2 adalah 86,3 menit dan larutan penyangga 3 adalah 9 menit. Pencucian dengan NaOH 0,1 N dilakukan selama 20 menit. Panjang gelombang adalah 570 dan 440 µm. larutan yang diinjeksikan adalah 0,250 µmol/ml dengan volume 100 µl.

• Pencatatan

Pencatat yang digunakan masih bersifat manual sehingga perhitungan dilakukan dengan menghitung tinggi khromatogram standard an tinggi khromatogram contoh. Masing-masing dihitung dalam satuan cm.

• Perhitungan

Asam amino (%) =

$$\frac{t_{spl}}{t_{std}} \left(\frac{0,250 \mu\text{mol/ml} \times \text{BM AA} \times 3 \text{ ml} \times 10^{-6} \times \text{df} \times 100\%}{\text{bobot contoh} \times 10^{-3}} \right)$$

Keterangan:

t. spl = tinggi puncak khromatogram contoh

t. std = tinggi puncak khromatogram standar
 0,250 $\mu\text{mol/ml}$ = konsentrasi standar
 3 ml = volume akhir contoh
 BM AA = bobot molekul masing-masing asam amino
 df = faktor pengenceran

Total asam amino adalah total asam amino yang diperoleh dari hasil analisis contoh. Total protein adalah total protein yang terkandung dalam contoh. Penentuan total protein dilakukan dengan *auto analyzer*.

Parameter Utama

a. Rasio A/E

Rumus Rasio A/E menurut Mente, *et al.* (2002):

$$\text{Rasio A/E (\%)} = \frac{\text{nilaimasing-masingasamaminoesensial}}{\text{totalasamaminoesensial}} \times 100\%$$

b. Skor Kimia/ Skor Asam Amino Esensial

Perhitungan Skor Asam Amino menurut Winarno (2004) adalah:

$$\text{SAA} = \frac{\text{mg aapembatas/gprotein}}{\text{mg aa tersebut /g protein pembanding}} \times 100\%$$

c. Indeks Asam Amino Esensial

Rumus indeks asam amino esensial (IAAE) menurut Oser (1951) adalah:

$$\text{EAAI} = \sqrt[n]{\frac{100a}{a_e} \times \frac{100b}{b_e} \times \frac{100c}{c_e} \times \dots \times \frac{100j}{j_e}}$$

Keterangan:

a,b,c,...j : Persentase asam amino esensial bahan-bahan dasar pakan yang dievaluasi

$a_e, b_e, c_e, \dots, j_e$: Persentase asam amino dalam pakan yang terdapat dalam protein telur (dalam penelitian ini protein telur dalam perhitungan diganti dengan protein kebutuhan/ikan bawal air tawar)

n : Jumlah asam amino

Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah laju pertumbuhan spesifik atau *Specific*

Growth Rate (SGR). Laju pertumbuhan spesifik menggunakan rumus sesuai dengan Kusriani, *et al.* (2012):

$$\text{SGR} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan berat spesifik (% perhari)

W_0 = Berat hewan uji penelitian (g)

W_t = Berat hewan akhir penelitian (g)

t = Waktu penelitian (Hari)

Selain laju pertumbuhan spesifik benih ikan bawal air tawar, parameter penunjang lain yang diamati adalah:

- Suhu diukur menggunakan termometer
- pH air diukur menggunakan pH meter
- DO diukur menggunakan DO meter
- Total Amonia Nitrogen diukur menggunakan *spectrometer*

Analisis Data

Data yang telah diperoleh dianalisa secara statistik dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila dari data sidik ragam yang diperoleh diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau beda sangat nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Post Hoc dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) untuk membandingkan nilai antar perlakuan. Untuk menghitung kualitas protein, digunakan *software Microsoft Excel 2007*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Utama

Protein

Analisis protein ikan bawal (*Colossoma macropomum*) dilakukan setelah 30 hari pemberian pakan formulasi atau pada akhir percobaan. Hasil

uji kadar protein kasar pada pakan perlakuan dan pada benih ikan bawal dapat dilihat pada Tabel . berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Protein Kasar Pakan Formulasi dan Protein Kasar Akhir Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) (%)

| Perlakuan/ Substitusi | Protein Kasar (%) | |
|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| | Pakan Formulasi* | Ikan Bawal Air Tawar** |
| A (0% TBK) | 32,04 | 68,71 |
| B (25% TBK) | 32,22 | 69,5 |
| C (50% TBK) | 30,67 | 71,77 |
| D (75% TBK) | 30,99 | 70,59 |
| E (100% TBK) | 31,74 | 71,39 |

Keterangan:

* : Hasil uji Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Univ. Brawijaya

** : Hasil uji Laboratorium Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Univ. Brawijaya

Dari Tabel 2, diketahui penambahan tepung biji kapuk pada formulasi pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan protein kasar pakan formulasi dan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Kandungan protein tertinggi pada pakan formulasi adalah pada substitusi 25% (B) yaitu sebesar 32,22%. Sedangkan, kandungan protein tertinggi pada ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) adalah pada substitusi 50% (C) yaitu sebesar 71,77%.

Analisis Profil Asam Amino

Kualitas suatu protein dapat dilihat dari perbandingan asam-asam amino yang menyusun protein tersebut. Hasil analisis profil asam amino pakan formulasi dan benih ikan bawal air tawar dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Kadar Asam Amino Pakan Formulasi

| Asam Amino | Kadar Asam Amino Pakan Formulasi (% Protein) | | | | |
|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| Aspartat | 11,74 | 9,65 | 9 | 9,58 | 7,59 |
| Serin | 4,28 | 3,66 | 4,43 | 3,45 | 2,68 |
| Glutamat | 11,39 | 10,46 | 10,01 | 10,39 | 0,85 |
| Glisin | 15,95 | 14,62 | 15,88 | 13,20 | 10,18 |
| Histidin | * | * | * | * | * |
| Arginin | 7,43 | 7,57 | 7,40 | 6,84 | 5,04 |

| Asam Amino | Kadar Asam Amino Pakan Formulasi (% Protein) | | | | |
|--------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| Treonin | 6,52 | 6,46 | 6,23 | 5,71 | 4,51 |
| Alanin | 5,59 | 5,37 | 4,99 | 5,20 | 3,97 |
| Prolin | 5,65 | 5,15 | 4,83 | 4,84 | 3,75 |
| Sistin | 0,37 | 0,31 | 0,29 | 0,35 | 0,28 |
| Tirosin | 2,56 | 2,42 | 2,48 | 2,13 | 1,67 |
| Valin | 4,40 | 4,41 | 4,11 | 3,97 | 3,12 |
| Metionin | 2,43 | 2,39 | 2,45 | 2,19 | 1,70 |
| Lisin | 5,18 | 4,97 | 4,27 | 4,84 | 3,88 |
| Isoleusin | 3,84 | 3,79 | 3,42 | 3,39 | 2,61 |
| Leusin | 6,59 | 6,52 | 6,03 | 5,87 | 4,57 |
| Fenilalanin | 4,37 | 4,35 | 4,30 | 3,81 | 3,09 |
| Total | 98,28 | 92,09 | 90,12 | 85,77 | 59,48 |

(*): tidak terdeteksi

Tabel 4. Kadar Asam Amino Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*)

| Asam Amino | Kadar Asam Amino Benih Ikan Bawal (% Protein) | | | | |
|--------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| Aspartat | 7,54 | 7,86 | 7,96 | 8,80 | 8,78 |
| Serin | 2,59 | 2,62 | 2,45 | 2,86 | 2,79 |
| Glutamat | 7,66 | 7,14 | 7,36 | 8,16 | 7,94 |
| Glisin | 8,48 | 8,56 | 7,83 | 8,92 | 8,89 |
| Histidin | * | * | * | * | * |
| Arginin | 5,47 | 5,48 | 4,78 | 5,78 | 5,77 |
| Treonin | 4,88 | 5,01 | 4,31 | 5,30 | 5,11 |
| Alanin | 3,61 | 3,71 | 3,85 | 4,18 | 4,02 |
| Prolin | 2,85 | 2,42 | 2,54 | 2,80 | 2,73 |
| Sistin | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,04 |
| Tirosin | 1,86 | 1,74 | 1,62 | 1,78 | 1,71 |
| Valin | 2,88 | 3,02 | 3,09 | 3,26 | 3,08 |
| Metionin | 1,92 | 1,90 | 1,89 | 2,07 | 2,02 |
| Lisin | 4,77 | 4,59 | 5,29 | 5,44 | 5,17 |
| Isoleusin | 2,68 | 2,75 | 2,81 | 3,06 | 2,90 |
| Leusin | 4,76 | 4,71 | 4,85 | 5,28 | 5,06 |
| Fenilalanin | 2,87 | 2,68 | 2,59 | 2,88 | 2,82 |
| Total | 64,87 | 64,22 | 63,24 | 70,63 | 68,83 |

Asam amino yang dapat terdeteksi sebanyak 16 jenis asam amino. Pada pakan formulasi dan benih ikan bawal, tidak ditemukan asam amino esensial histidin dan triptofan. Menurut Rediatning (1987), prolin dan triptofan dapat dideteksi hanya dengan cara derivatisasi pasca-kolom, yang pemisahannya berdasarkan pada kromatografi pertukaran ion, atau pada saat hidrolisa sampel mengalami kerusakan sehingga menyebabkan alat tidak mampu mendeteksinya (Purnomo, *et al.*, 2012).

Dilihat dari total asam aminonya, kadar asam amino pada pakan formulasi dipengaruhi oleh penambahan tepung biji kapuk. Semakin

banyak penambahan tepung biji kapuk, maka kandungan total asam amino pada pakan formulasi semakin berkurang. Sedangkan pada ikan bawal, yang diberi pakan formulasi dengan tepung biji kapuk, kandungan total asam aminonya semakin menurun pada substitusi 25% (B) dan 50% (C) tetapi meningkat pada ikan bawal dengan substitusi 75% (D) dan kembali menurun pada substitusi 100% (E).

Asam Amino Esensial

Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat disintesa atau tidak dapat diproduksi sendiri oleh tubuh sehingga perlu asupan dari luar yaitu bisa dari makanan. Berikut adalah nilai asam amino esensial dari hasil uji asam amino pada pakan formulasi dan pada ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) yang dipelihara selama 30 hari.

Tabel 5. Profil Asam Amino Esensial Pakan Formulasi (dalam %protein)

| AAE (%) | Substitusi T. Kedelai dengan T. Biji Kapuk (%) | | | | | Kebutuhan Ikan Bawal (%)** |
|---------|--|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | |
| ARG | 7,43 | 7,57 | 7,40 | 6,84 | 5,04 | 6,75 |
| HIS | - | - | - | - | - | 2,38 |
| ILE | 3,84 | 3,79 | 3,42 | 3,39 | 2,61 | 4,56 |
| LEU | 6,59 | 6,52 | 6,03 | 5,87 | 4,57 | 7,66 |
| LiYS | 5,18 | 4,97 | 4,27 | 4,84 | 3,88 | 8,34 |
| MET | 2,43 | 2,39 | 2,45 | 2,19 | 1,70 | 2,54 |
| PHE | 4,37 | 4,35 | 4,30 | 3,81 | 3,09 | 4,16 |
| THR | 6,52 | 6,46 | 6,23 | 5,71 | 4,51 | 4,59 |
| TRP | * | * | * | * | * | - |
| VAL | 4,40 | 4,41 | 4,11 | 3,97 | 3,12 | 5,15 |
| Total | 40,76 | 40,44 | 38,21 | 36,62 | 28,51 | 46,12 |

Keterangan: – tidak terdeteksi
* tidak dideteksi
** menurut Meer dan Verdegem (1996)

Pakan formulasi dengan substitusi tepung biji kapuk ditemui semakin menurun nilai asam amino esensialnya. Asam amino esensial yang memiliki nilai tertinggi adalah arginin yaitu dengan nilai 7,57% pada substitusi 25% (B) yang dibandingkan dengan kebutuhan arginin ikan bawal yaitu 6,75%. Sedangkan asam amino esensial terendah adalah asam amino esensial metionin dengan nilai 1,7% pada substitusi 100% (E) bila dibandingkan dengan kebutuhan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) yang sebesar 2,54%.

Tabel 6. Profil Asam Amino Esensial Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) (dalam %protein)

| AAE (%) | Substitusi Protein T. Kedelai dengan T. Biji Kapuk (%) | | | | |
|---------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| ARG | 5,47 | 5,48 | 4,78 | 5,78 | 5,77 |
| HIS | - | - | - | - | - |
| ILE | 2,68 | 2,75 | 2,81 | 3,06 | 2,90 |
| LEU | 4,76 | 4,71 | 4,85 | 5,28 | 5,06 |
| LiYS | 4,77 | 4,59 | 5,29 | 5,44 | 5,17 |
| MET | 1,92 | 1,90 | 1,89 | 2,07 | 2,02 |
| PHE | 2,87 | 2,68 | 2,59 | 2,88 | 2,82 |
| THR | 4,88 | 5,01 | 4,31 | 5,30 | 5,11 |
| TRP | * | * | * | * | * |
| Valin | 2,88 | 3,02 | 3,09 | 3,26 | 3,08 |
| Total | 30,23 | 30,13 | 29,62 | 33,06 | 31,92 |

Keterangan: - tidak terdeteksi
* tidak dideteksi

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa ikan bawal yang diberi pakan formulasi dengan substitusi tepung biji kapuk sebesar 75% menunjukkan nilai total asam amino esensial yang paling tinggi yaitu dengan nilai total asam amino esensial sebesar 33,06%. Sedangkan total asam amino terendah pada ikan bawal adalah pada substitusi dengan biji kapuk sebesar 50% (C) yaitu dengan nilai total asam amino 29,62%. Asam amino esensial dengan nilai tertinggi adalah asam amino esensial arginin pada substitusi 75% (D) yaitu dengan nilai 5,78%. Dan asam amino esensial dengan nilai terendah adalah asam amino esensial

metionin pada substitusi 50% (D) yaitu sebesar 1,89%.

Rasio A/E

Menurut Asminatun (2010), konsep protein ideal (A/E) adalah perbandingan antara asam amino esensial (A) dengan jumlah total asam amino esensial (E), termasuk *cystein* dan *tyrosine* berdasarkan jaringan tubuh ikan. Berikut adalah data rasio A/E pada pakan formulasi dan ikan bawal air tawarselama pemeliharaan. Rasio A/E dihitung dengan membandingkan nilai asam amino esensial dengan total asam amino esensial dikalikan 100%.

Tabel 7. Data Rasio A/E Pakan Formulasi (%)

| A/E Ratio (%) | Substitusi Protein T. Kedelai dengan T. Biji Kapuk (%) | | | | |
|---------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| ARG | 18,22 | 18,73 | 19,37 | 18,68 | 17,68 |
| ILE | 9,42 | 9,36 | 8,96 | 9,25 | 9,17 |
| LEU | 16,16 | 16,12 | 15,78 | 16,04 | 16,02 |
| LYS | 12,71 | 12,28 | 11,18 | 13,22 | 13,59 |
| MET | 5,97 | 5,91 | 6,40 | 5,99 | 5,97 |
| PHE | 10,72 | 10,74 | 11,26 | 10,40 | 10,83 |
| THR | 16,00 | 15,96 | 16,30 | 15,59 | 15,80 |
| VAL | 10,80 | 10,90 | 10,75 | 10,84 | 10,94 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabel 8. Data Rasio A/E Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) (%)

| A/E Ratio (%) | Substitusi Protein T. Kedelai dengan T. Biji Kapuk (%) | | | | |
|---------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| ARG | 18,10 | 18,19 | 16,13 | 17,48 | 18,08 |
| ILE | 8,86 | 9,12 | 9,50 | 9,25 | 9,08 |
| LEU | 15,74 | 15,62 | 16,37 | 15,98 | 15,84 |
| LYS | 15,79 | 15,23 | 17,87 | 16,45 | 16,19 |
| MET | 6,36 | 6,30 | 6,40 | 6,26 | 6,32 |
| PHE | 9,48 | 8,88 | 8,75 | 8,70 | 8,82 |
| THR | 16,13 | 16,62 | 14,53 | 16,02 | 16,02 |
| VAL | 9,53 | 10,03 | 10,44 | 9,85 | 9,65 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dari data rasio A/E pakan formulasi di atas (Tabel 7), diketahui bahwa jenis-jenis asam amino esensial yang dominan pada pakan formulasi adalah arginin, leusin, lisin, fenilalanin dan treonin. Nilai A/E rasio dari asam-asam

amino esensial yang dominan lebih dari 10%.

Dari data rasio A/E ikan bawal pada Tabel 8, menunjukkan bahwa jenis-jenis asam amino esensial yang dominan adalah arginin, leusin, lisin dan treonin.

Skor Asam Amino/ Skor Kimia

Berikut adalah skor asam amino esensial dari pakan formulasi yang dibandingkan asam amino esensial ikan bawal yang dianalisa di Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor, Jawa Barat

Tabel 9. Skor Kimia Pakan Formulasi terhadap Profil Asam Amino Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) (%)

| Skor Kimia (%) | Substitusi Protein T. Kedelai dengan T. Biji Kapuk (%) | | | | |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| ARG | 135,74 | 138,14 | 154,87 | 118,36 | 87,35 |
| ILE | 143,36 | 137,78 | 121,64 | 110,73 | 90,19 |
| LEU | 138,38 | 138,53 | 124,40 | 111,14 | 90,34 |
| LYS | 108,53 | 108,19 | 80,67 | 88,98 | 74,97 |
| MET | 126,72 | 125,83 | 129,05 | 106,09 | 84,35 |
| PHE | 152,40 | 162,36 | 166,07 | 132,41 | 109,66 |
| THR | 133,79 | 128,93 | 144,65 | 107,80 | 88,12 |
| VAL | 152,71 | 145,86 | 132,81 | 121,81 | 101,21 |

Dari Tabel 9, skor kimia pakan formulasi yang diberikan dengan tepung biji kapuk semakin menurun. Menurut Suryaningrum *et al.* (2010), asam amino yang nilai kimianya kurang dari 80 menjadi faktor pembatas sebagai sumber asam amino esensial bagi tubuh. Skor asam amino defisien pada pakan formulasi adalah lisin, yaitu 74,97% pada substitusi 100% (E). Menurut Buwono (2000), defisiensi lisin dalam ransum ikan dapat menyebabkan kerusakan pada sirip ekor (nekrosis), apabila berkelanjutan dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan.

Indeks Asam Amino Esensial (IAAE)

Nilai IAAE dalam penelitian ini, digunakan untuk menunjukkan kualitas protein dari pakan formulasi yang diberi substitusi dengan tepung biji kapuk terhadap kebutuhan asam amino ikan bawal air tawar. Berikut adalah indeks asam amino esensial pakan formulasi dengan substitusi tepung biji kapuk terhadap kebutuhan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*).

Tabel 10. Indeks Asam Amino Esensial pada Pakan Formulasi terhadap Asam Amino Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) (%)

| PERLAKUAN | Indeks Asam Amino Esensial (%) | |
|--------------|--------------------------------|---------------|
| | Ikan Bawal* | Ikan Bawal** |
| | A (0% TBK) | 77,08 |
| B (25% TBK) | 76,46 | 108,56 |
| C (50% TBK) | 72,99 | 105,42 |
| D (75% TBK) | 68,98 | 89,73 |
| E (100% TBK) | 53,81 | 72,62 |

*Dibandingkan dengan kebutuhan Ikan Bawal Air Tawar menurut Meer dan Verdegem (1996)

**Dibandingkan dengan asam amino esensial hasil analisis di Laboratorium Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor, Jawa Barat

Menurut Bunda *et al.* (2015), sumber protein berkualitas baik memiliki nilai indeks asam amino esensial (IAAE) sebesar 0,90 atau 90%, berguna sebesar 0,80 atau 80% dan protein tersebut tidak lengkap apabila nilai indeksnya sebesar 0,70 atau 70%. Dari Tabel 13 diketahui bahwa asam amino pakan formulasi dengan substitusi biji kapuk belum bisa memenuhi kebutuhan asam amino ikan bawal air tawar secara penuh yaitu pada nilai IAAE yang ditujukan pada substitusi 100% (E) karena nilai indeksnya menunjukkan bahwa kualitas proteinnya adalah tidak lengkap. Dari data IAAE tersebut juga menunjukkan semakin ditambah biji kapuk pada formulasi pakan, maka semakin berkurang nilai IAAE-nya.

Penggantian protein tepung kedelai dengan tepung biji kapuk dapat dilakukan hingga substitusi 75%, karena menunjukkan kualitas protein yang bagus pada substitusi 0 hingga 75%.

Parameter Penunjang

Laju Pertumbuhan Spesifik

Tabel 11. Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) selama Pemeliharaan (%BB/hari)

| Substitusi (%) | Ulangan | | | Jumlah | Rata-Rata |
|----------------|---------|------|------|--------|--------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 0 | 2,12 | 1,82 | 2,23 | 6,17 | 2,06 ± 0,21 ^a |
| 25 | 2,30 | 2,28 | 2,24 | 6,82 | 2,27 ± 0,03 ^{ab} |
| 50 | 2,57 | 2,67 | 2,53 | 7,77 | 2,59 ± 0,07 ^{bc} |
| 75 | 3,05 | 2,85 | 2,94 | 8,84 | 2,95 ± 0,10^c |
| 100 | 2,34 | 2,56 | 2,41 | 7,31 | 2,44 ± 0,11 ^d |
| TOTAL | | | | 36,91 | |

Dalam penelitian ini, laju pertumbuhan spesifik (SGR) ikan bawal air menunjukkan pertumbuhan tertinggi pada substitusi tepung biji kapuk sebesar 75% (D) yaitu dengan nilai SGR sebesar 2,95 ± 0,10% BB/hari dan pada substitusi 0% menunjukkan nilai SGR ikan bawal air tawar paling kecil yaitu 2,06 ± 0,21% BB/hari. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Dani *et al.* (2005), bahwa adanya perbedaan komposisi pakan yang diberikan menimbulkan perbedaan pada pertambahan berat ikan.

Kualitas Air

Berikut adalah data kualitas air media budidaya ikan bawal air tawar yang dipelihara selama 30 hari dengan diberi pakan perlakuan.

Tabel 12. Data Kualitas Air Media Budidaya

| Kualitas Air | Suhu (°C) | pH | DO (mg/L) | TAN (mg/L) |
|--------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| A | 30 ± 0,65 ^a | 7,18 ± 0,01 ^a | 5,54 ± 0,07 ^a | 0,24 ± 0,01 ^b |
| | 29 ± 0,25 ^a | 7,23 ± 0,02 ^a | 5,59 ± 0,06 ^a | 0,19 ± 0,01 ^{ab} |
| B | 29 ± 0,77 ^a | 7,22 ± 0,04 ^a | 5,53 ± 0,02 ^a | 0,21 ± 0,02 ^b |
| | | | | |

| Kualitas Air | Suhu (°C) | pH | DO (mg/L) | TAN (mg/L) |
|--------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| D | 30 ± 0,14 ^a | 7,24 ± 0,02 ^a | 5,57 ± 0,06 ^a | 0,24 ± 0,01 ^{ab} |
| E | 29 ± 0,11 ^a | 7,18 ± 0,04 ^a | 5,51 ± 0,11 ^a | 0,21 ± 0,03 ^a |

Dari data kualitas air di atas, dapat diketahui kualitas air media budidaya selama pemeliharaan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pada penelitian ini, suhu pemeliharaan berkisar antara 29° - 30°C. Menurut Tatangindatu *et al.* (2013), kisaran suhu yang baik untuk menunjang pertumbuhan optimal adalah 28°C – 32°C. sedangkan, pH yang ideal bagi kehidupan biota adalah antara 6,8 – 8,2. Dimana pada penelitian ini, nilai pH menunjukkan nilai berkisar 7,18 – 7,24.

Menurut Samsundari dan Wirawan (2013), konsentrasi minimum oksigen terlarut untuk ikan di daerah tropis adalah 5 mg/L dan oksigen terlarut pada penelitian ini berkisar antara 5,51 – 5,59 mg/L. Pada penelitian ini, nilai TAN pada semua perlakuan bisa dikatakan baik, karena menurut Adharani, *et al.* (2016) standar baku yang memenuhi untuk pemeliharaan adalah nilai TAN dibawah 4 mg/l.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah substitusi protein tepung kedelai dengan menggunakan tepung biji kapuk (*Ceiba pentandra*) dengan variasi jumlah substitusi pada formulasi pakan memberikan pengaruh pada profil asam amino ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) dan persentase substitusi protein tepung biji kapuk terhadap tepung kedelai yang dapat dilakukan dalam formulasi pakan sesuai dengan kualitas proteinnya adalah substitusi dari 25-75% protein tepung biji kapuk.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk mengganti protein tepung kedelai dengan tepung biji kapuk sebesar 75% guna menghasilkan asam amino yang tinggi baik asam amino non-esensial maupun asam amino esensial pada daging ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Diharapkan pula dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemberian terbaik atau pergantian terbaik protein tepung kedelai dengan menggunakan tepung biji kapuk terhadap jenis ikan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adharani, N.; K. Soewardi; A. D. Syakti dan S. Hariyadi. 2016. Manajemen kualitas air dengan teknologi bioflok: studi kasus pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. **21** (1): 35 – 40.
- Afrianto, Eddy dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Yogyakarta: Kanisius. 148 hlm.
- Arie, U. 2000. Budidaya Bawal Air Tawar untuk Konsumsi dan Ikan Hias. Penebar Swadaya: Jakarta. 67 hlm.
- Asminatun. 2010. Pembuatan pakan ikan berdasarkan konsep protein ideal yang ramah lingkungan. *Jurnal UI Untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains dan Teknologi*. **1**: 70 – 78.
- Bunda, M. G. B.; B. L. M. Tumbukon dan A. E. Serrano Jr. 2015. Composition, chemical score (CS) and essential amino acid index (EAAI) of the crinkle grass *Rhizoclonium sp.* as ingredient for aquafeeds. *AACL Bioflux*. **8** (3): 411 – 418.
- Buwono, I. B. 2000. Kebutuhan Asam Amino Esensial dalam Ransum Ikan. Kanisius: Yogyakarta. 56 hlm.
- Dani, N. P.; A. Budharjo dan S. Listyawati. 2005. Komposisi pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan protein ikan tawes (*Puntius javanicus* Blkr.). *BioSMART*. **7** (2): 83 – 90.

- Handajani, Hany dan Wahyu Widodo. 2010. *Nutrisi Ikan*. Malang: UMM Press. 271 hlm.
- Kusriani, P. Widjanarko dan N. Rohmawati. 2012. Uji pengaruh sublethal pestisida diazinon 60 EC terhadap rasio konversi pakan (FCR) dan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1 (1): 36 – 42.
- Meer, M. B. van der dan M. C. J. Verdegem. 1996. Comparison of amino acid profiles of feeds and fish as a quick method for selection of feed ingredients a case study for *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*. 27: 487 – 495.
- Melwita, E., Fatmawati dan S. Oktaviani. 2014. Ekstraksi Minyak Biji Kapuk Dengan Metode Ekstraksi Soxhlet. *Teknik Kimia*. 1 (20): 20-27.
- Mente, E.; P. Coutteau; D. Houlihan; I. Davidson dan P. Sorgeloos. 2002. Protein turnover, amino acid profile and amino acid flux in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei*: effects of dietary protein source. *The Journal of Experimental Biology*. (205): 3107 - 3122.
- Oser, BL. 1951. Method for intergrating essential amino acid in the nutritional evaluation of protein. *Journal of the American Dietetic Association*. 27 (5): 396.
- Purnomo, H.; D. Rosyidi dan S. K. Pantoro. 2012. Kadar protein dan profil asam amino daging kambing peranakan etawah (PE) jantan dan peranakan Boer (PB) kastasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 7 (1): 1 - 5.
- Rediatning S., Wayan dan Nanny Kartini H. 1987. Analisis asam amino dengan kromatografi cairan kinerja tinggi secara derivatisasi prakolom dan pascakolom. *Proceedings ITB*. 20 (1/2): 41-59.
- Samsundari, S. dan G. A. Wirawan. 2013. Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*. 8 (2): 86 – 97.
- Sitompul, S. 2004. Analisis asam amino dalam tepung ikan dan bungkil kedelai. *Buletin Teknik Pertanian*. 1 (9): 33 -37.
- Suryaningrum, T. D.; I. Muljanah dan E. Tahapari. 2010. Profil sensori dan nilai gizi beberapa jenis ikan patin dan hibrid nasutus. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 5 (2):153 – 164.
- Tatangindatu, F.; O. Kalesaran dan R. Rompas. 2013. Studi parameter fisika kiia air pada areal budidaya ikan di danau Tondano, desa Paleloan, kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. 1 (2): 8 – 19.
- Winarno, F. G. 2005. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta. 252 hlm.