



## UJI SIFAT FISIK, KANDUNGAN DAN MIKROBIOLOGI PAKAN IKAN DARI TEPUNG MAGGOT DAN CACING TANAH

**Nazalika Delia Pranata, Purgiyanti, Kusnadi**

Politeknik Harapan Bersama

Email: delianazalika@gmail.com, ipunkfalih@gmail.com, kusnadi.adi87@gmail.com

### ABSTRAK

Maggot dan cacing tanah merupakan sumber protein hewani yang dapat mengurangi penggunaan tepung ikan dan memiliki kandungan nilai gizi yang baik serta memiliki keuntungan ekologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik, kandungan dan mikrobiologi pakan ikan dari tepung maggot (*Hermetia illucens*) dan Cacing Tanah (*Lumbricus sp.*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen meliputi uji sifat fisik, uji kandungan dan uji mikrobiologi pakan ikan. Uji sifat fisik meliputi uji stabilitas, uji absorpsi dan uji daya apung pakan dalam air. Uji kandungan meliputi analisis proksimat dengan metode kjeldahl dan analisis profil asam amino dengan metode KCKT. Uji mikrobiologi meliputi uji aflatoksin dengan metode KCKT dan uji salmonella. Dari hasil penelitian bahwa berdasarkan uji sifat fisik pakan dengan perlakuan terbaik yang mendekati kontrol atau pakan (pellet) komersil yaitu pada P3 (TI 20% + TM 15% + TCT 4 %). Hasil uji proksimat menunjukkan nilai protein pada perlakuan F1 hingga F4 adalah 24,65% sampai 26,60%, sedangkan perbedaan hasil uji berbeda pada kadar air, lemak, abu dan serat. Kandungan asam amino dalam pakan perlakuan F4 dan F3 dengan rasio (TI)/(TM)/(TCT) masing-masing sebesar (15:20:4)% dan (20:15:4)% menempati posisi tertinggi. Hasil kandungan aflatoksin untuk semua formula pakan masih relatif aman untuk dikonsumsi ikan, karena masih dibawah ambang batas yaitu kurang dari 20 µg/kg dan begitu juga tidak mengandung bakteri salmonella.

*Keywords: Cacing Tanah, Maggot, Mikrobiologi, Pakan Ikan, Sifat Fisik*

### PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu unsur penting dalam kegiatan budidaya yang menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan budidaya. Ketersediaan pakan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan, dalam usaha budidaya ikan diperlukan pakan yang cukup untuk pertumbuhannya. Pemanfaatan bahan pakan hingga kini belum tertanggulangi, dalam arti kompetisi antara pangan dan pakan masih terus berlanjut terutama pakan sumber protein, sehingga menimbulkan dilema bagi pembudidaya (Mokolensang, Hariawan, & Manu, 2018).

Biaya kebutuhan pakan untuk ikan budidaya sekitar 60-70% dari total biaya produksi, maka pengembangan pakan dengan bahan baku lokal yang berkelanjutan

diperlukan, dan menjadi tantangan bagi pembudidaya (Sarker et al., 2018). Penyebab utama tingginya harga pakan ikan adalah terjadinya peningkatan harga bahan baku pakan. Bahan baku seperti tepung ikan, tepung daging dan tepung kedelai merupakan sumber protein utama pakan ikan komersial dan masih mengandalkan pasokan dari import. Kontribusi sumber protein tepung ikan dan tepung kedelai dalam pakan ikan menentukan harga pakan, diperkirakan sekitar 60% dari biaya produksi adalah pakan (Lestari, 2013).

Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan import yang relatif mahal dan tepung kedelai adalah dengan memanfaatkan bahan baku alternatif yang mudah diperoleh, harganya terjangkau, dan ketersediaannya berkesinambungan seperti penggunaan tepung ikan lokal, maggot dan

cacing tanah. Bahan baku tersebut ketersediannya cukup melimpah di Pesisir Utara Kota Tegal yang memiliki Pusat Pelelangan Ikan dan usaha industri tepung ikan lokal. Selain itu, masing-masing bahan baku tersebut mengandung nutrisi yang berbeda, apabila digunakan secara terpisah akan menghasilkan pakan yang tidak efektif sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan baku yang sesuai dengan kebutuhan ikan (Kusnadi, Timpone, Topisirovic, Larsson, & Furic, 2022).

Tepung ikan merupakan bahan baku paling umum dalam pembuatan pakan ikan dan merupakan sumber protein utama yang belum tergantikan. Umumnya tepung ikan mengandung protein berkisar 40%-60% dengan komposisi dan kadar asam esensial yang lengkap (Sandjojo, Hasan, & Dewantoro, 2013). Bahan alternatif kaya protein yang digunakan untuk substitusi tepung ikan dalam formulasi pakan ikan adalah maggot dan cacing tanah. Maggot dan cacing tanah merupakan sumber protein hewani yang dapat mengurangi penggunaan tepung ikan dan memiliki kandungan nilai gizi yang baik serta memiliki keuntungan ekologis (Li et al., 2019). Larva lalat BSF dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber protein bahan baku pakan ikan melalui tahap pengolahan dalam bentuk tepung atau dalam bentuk fresh (maggot hidup) maupun telah dikeringkan (Aini, 2018). Kandungan protein yang dimiliki oleh maggot adalah sebesar 35%, sehingga dapat memenuhi kebutuhan protein hewan ternak (Katya et al., 2017). Maggot mengandung protein tinggi sebesar 43,23%, lemak 18,83%, serat kasar 5,87%, dan abu 4,77% (Maryana & Rachmawati, 2013). Kandungan asam amino dalam maggot memiliki kandungan arginin (2,29%), metionin (0,66%), fenilalanin (1,63%), treonin (1,70%), triptofan (0,55%), valin (2,56%), histidin (1,50%), isoleusin (1,87%), lisin (2,71%), dan leusin (3,23%) serta dapat mendukung terhadap perkembangan ikan (Djissou, Tossavi, Vodounnou, Toguyeni, & Fiogbe, 2015). Cacing tanah mengandung sumber protein dan antioksidan sehingga pemanfaatan menjadi tepung cacing dapat menjadi solusi pembuatan pakan ikan maupun hewan ternak

(Rustam et al., 2021). Menurut Aslamyah & Karim (2013) indeks asam amino tepung cacing mencapai 58,67% sehingga cocok dijadikan alternatif bahan dasar pembuatan pakan ikan. Pendapat lain oleh Taris et al., (2018) mengemukakan bahwa cacing tanah (*Lumbricus* sp.) dapat berperan sebagai aditif pemacu pertumbuhan (*growth promoters*) yang dapat memaksimalkan absorpsi nutrisi dalam saluran cerna, sehingga memacu pertumbuhan dan mengefisienkan konsumsi pakan.

Dalam penyusunan formulasi pakan ikan, perlu diketahui beberapa kandungan zat gizi yang dibutuhkan ikan yaitu protein berkisar 20-50%, lemak 4-18%, karbohidrat terdiri dari serat kasar kurang dari 8%, vitamin dan mineral berkisar antara 2-5% (Marlin, 2017). Menurut Aslamyah (2013), banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan pakan buatan, diantaranya adalah kebutuhan nutrisi ikan, kualitas bahan baku, dan nilai ekonomis. Selain itu, pertimbangan lain adalah ketersediaan serta kemudahan penyimpanan dan distribusi. Dengan pertimbangan yang baik, dapat dihasilkan pakan buatan yang berkualitas dengan tingkat stabilitas pakan dalam air (*water stability*) yang tinggi, disukai, dan aman bagi ikan. Pada penelitian ini berdasarkan uraian tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Uji Sifat Fisik, Kandungan Dan Mikrobiologi Pakan Ikan Dari Tepung Maggot Dan Cacing Tanah”

## **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini, objek yang akan dipelajari adalah pakan ikan yang berasal dari tepung maggot dan cacing tanah, dengan fokus pada uji sifat fisik, kandungan nutrisi, dan mikrobiologi. Uji sifat fisik akan dilakukan dengan mengukur stabilitas, absorpsi, dan daya apung pakan dalam air. Sedangkan untuk kandungan nutrisi yaitu dengan analisis proksimat (protein, air, abu, lemak, dan serat) serta profil asam amino akan digunakan. Untuk analisis mikrobiologi, akan digunakan dengan *salmonella* sp.

Sampel yang digunakan dalam penelitian bersumber dari peternakan lokal di

Tegal, Indonesia, khususnya maggot dan cacing tanah. Metodologi penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan (P1, P2, P3, P4, dan P5 (Komersial)). Rancangan Acak Lengkap (RAL) dianggap paling sederhana dibandingkan rancangan lainnya. Desain ini tidak memiliki kontrol lokal, oleh karena itu satu-satunya sumber variasi yang diamati adalah perlakuan dan galat. Analisis data statistik menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk menentukan tingkat signifikansi ( $p < 0,05$ ).

Beberapa variabel yang akan diamati dalam penelitian ini antara lain:

1. Variabel bebas dalam penelitian adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah pakan ikan dengan kandungan maggot (*Hermetia illucens*) dan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*).
2. Variabel terikat merupakan variabel yang memberikan reaksi atau respon jika dihubungkan dengan variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat fisik, kandungan dan mikrobiologi pakan ikan
3. Variabel kontrol adalah variabel yang perlu disamakan atau dibuat konstan, sehingga tidak mempengaruhi hubungan variabel utama yang diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah analisis proksimat dengan metode kjeldahl, analisis profil asam amino dan cemaran aflatoksin dengan HPLC.

## HASIL DAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan fisik, mikrobiologi, kandungan proksimat, dan profil asam amino pada campuran tepung

maggot (*Hermetia illucens*) dan tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam pakan ikan. Penelitian ini mencakup uji stabilitas dalam air, uji absorpsi pakan dalam air, uji daya apung, analisis proksimat melalui metode kjeldahl, analisis profil asam amino dengan metode KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi), dan uji aflatoksin dengan metode KCKT. Tepung maggot dan tepung cacing tanah digunakan sebagai sumber protein alternatif yang ramah lingkungan dan memiliki nilai gizi yang baik. Maggot dan cacing tanah yang digunakan berasal dari peternakan lokal di Indonesia.

Untuk membuat tepung maggot dan tepung cacing tanah, langkah awal yang dilakukan adalah mengumpulkan bahan, mencuci, mengeringkan, menghaluskan, dan menyaring. Pengerinan dilakukan untuk menghilangkan kadar air dan mempermudah proses penepungan. Pada pembuatan tepung cacing tanah, dilakukan pula pengukusan untuk memisahkan lendir cacing.

Pakan ikan dibuat dengan mencampurkan tepung ikan lokal, tepung cacing tanah, tepung maggot, tepung jagung, dedak padi, tepung kopra, tepung tapioka, minyak ikan, premix, dan pakan komersial dari PT Matahari Sakti, Surabaya, Indonesia. Pencampuran dilakukan pada mesin pencetak ekstruder dan scruder untuk mengapungkan pakan. Perlakuan yang dicobakan berdasarkan perbedaan persentase tepung ikan (TI), tepung maggot (TM), dan tepung cacing tanah (TCT) sesuai pada tabel yang diberikan. dalam pakan ikan yaitu:

P1 = 30% tepung ikan (TI) + 5% tepung maggot (TM) + 4% tepung cacing tanah (TCT), P2 = 25% tepung ikan (TI) + 10% tepung maggot (TM) + 4% tepung cacing tanah (TCT), P3 = 20% tepung ikan (TI) + 15% tepung maggot (TM) + 4% tepung cacing tanah (TCT), P4 = 15% tepung ikan (TI) + 20% tepung maggot (TM) + 4% tepung cacing tanah (TCT), P5 = Pakan Pabrik

**Tabel 1 Komposisi (% bobot kering) bahan baku dalam masing-masing pakan buatan**

Bahan-bahan	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)
Tepung Ikan	30	25	20	15
Tepung Maggot	5	10	15	20
Tepung Cacing	4	4	4	4
Tepung Tapioca	10	10	10	10
Tepung Dedak	18	18	18	18
Tepung Kopra	10	10	10	10
Tepung Jagung	20	20	20	20
Premix	1	1	1	1
Minyak Ikan	2	2	2	2
Jumlah	100	100	100	100

Untuk pengujian secara fisik pada pakan dilakukan melalui; (a). Uji stabilitas dalam air; (b). Uji absorpsi dalam air; (c). Uji daya apung. Uji fisik pakan dilakukan dengan mengambil pakan untuk diujikan

secara fisik. Tujuan dilakukannya uji tersebut agar diperoleh pakan ikan dengan sifat fisik yang baik di dalam air dan untuk mengetahuikualitas atau karakteristik pakan ikan yang dihasilkan.

**Tabel 2 Uji Stabilitas, Absorpsi Air Dan Daya Apung Pakan Ikan**

Perlakuan Uji	Komersil	P1	P2	P3	P4
Stabilitas (%)	88.46 ±0.1	85.39 ±0.01	85.84 ±0.2	86.82 ±0.4	86.38 ±0.2
Absorpsi Air (%)	229.28 ±0.3	197.64 ±0.2	205.69 ±0.1	216.02 ±0.3	218.58 ±0.2
Daya Apung (%/menit)	100/30	90/30	90/30	95/30	95/30

Keterangan : P1 = (TI)/(TM)/(TCT) (30:5:4)%; P2 = (TI)/(TM)/(TCT) (25:10:4)%; P3 = (TI)/(TM)/(TCT) (20:15:4)%; P4 = (TI)/(TM)/(TCT) (15:20:4)%.

#### 1. Uji stabilitas dalam air

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan apung komersial menunjukkan stabilitas yang lebih baik di dalam air dibandingkan dengan pakan apung yang mengandung tepung cacing dan maggot, dengan selisih stabilitas terbesar sekitar 2,08% pada formula P1 dengan pakan komersial. Formula P4 menunjukkan stabilitas air yang lebih tinggi dibandingkan dengan formula lain, kemungkinan karena kandungan air dan daya apungnya yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, perbedaan kecil dalam stabilitas air setelah 1 jam perendaman menunjukkan bahwa pakan apung yang dibuat dengan tepung cacing dan maggot tanpa pengikat khusus dan menggunakan mesin ekstruder dapat mencapai tingkat stabilitas air yang serupa dengan pakan apung komersial yang biasa digunakan

oleh pembudidaya ikan.

Berbeda dengan pakan untuk ternak, pakan ikan membutuhkan tahapan pengolahan khusus agar pellet yang dihasilkan memiliki kestabilan yang baik di dalam air. Stabilitas ini diperlukan agar hewan air memiliki cukup waktu untuk mengkonsumsi pakan. Oleh karena itu, ekstrusi dengan atau tanpa bahan pengikat (perekat) yang menyatukan komponen pelet pakan ikan diperlukan untuk mempertahankan atau menstabilkan pelet agar tidak mudah hancur dalam air dan untuk meminimalkan hilangnya nutrisi ke dalam air tambak (Paolucci et al. ., 2012). Bahan pengikat khusus tidak digunakan dalam produksi pakan ikan terapung dalam percobaan ini, tidak seperti produksi pakan komersial yang melibatkan penggunaan bahan pengikat seperti karbohidrat seperti agar, alginat, pektin, kitosan, karagenan,

karboksimetil selulosa, guar gum, atau pengikat berbasis protein seperti gelatin (Paolucci et al., 2012).

## 2. Uji Absorpsi Air

Secara umum hasil uji daya serap air 30 menit baik untuk pakan P1 maupun P2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, begitu pula untuk formula P3 dan P4. Namun daya serap air pakan P1 dan P2 relatif lebih rendah dibandingkan dengan pakan P3 dan P4, hal ini diduga karena kekompakan pakan yang berkurang sehingga menyebabkan beberapa komponen pakan terurai dan larut. Kapasitas penyerapan udara yang lebih tinggi dari pakan apung komersial dan formula P3 dan P4 dibandingkan dengan P1 dan P2 mungkin disebabkan oleh total volume rongga udara yang lebih besar, yang dapat menembus ke dalam butiran substrat dan membentuk terowongan udara mikro di dalamnya. Selain itu, metabolisme substrat nutrisi menjadi senyawa sederhana yang mudah menguap juga menyisakan rongga udara mikro pada substrat yang mengandung tepung maggot lebih banyak dibandingkan tepung ikan.

Keunggulan penggunaan tepung maggot dan cacing tanah dalam pakan apung adalah daya serap airnya tidak jauh berbeda dengan pelet komersial. Untuk

membuat pelet apung komersial, bahan pengikat seperti pati biasanya digunakan. Bahan yang terbuat dari pati mampu menyerap udara karena molekul pati memiliki gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air (Ayadi et al, 2016).

## 3. Uji Daya Apung

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pakan apung buatan yang mengandung cacing dan maggot dapat mencapai tingkat daya apung 90-95% selama periode pengujian 30 menit, meskipun tidak sesuai dengan tingkat daya apung 100% pakan ikan komersial. Hasil ini menunjukkan bahwa pakan buatan ikan percobaan mampu menghasilkan tingkat daya apung yang sebanding dengan pakan apung komersial selama periode pengujian 30 menit. Tingkat daya apung 95% yang dicapai oleh formula P3 dan P4 selama periode pengujian 30 menit lebih lama dibandingkan dengan uji daya apung 20 menit yang dilakukan oleh Kamaruddin et al (2018). Peneliti tersebut membuat pakan apung menggunakan talas dan beras yang digelatinisasi yang diekstrusi menggunakan cetakan dengan suhu 170°C, yang mencapai tingkat daya apung 93,3%-100% selama 20 menit.

**Tabel 3 Komposisi proksimat (% bobot kering) tepung ikan, tepung maggot dan tepung cacing tanah**

Komposisi	Protein*	Air*	Abu*	Lemak*	Serat*
Tepung Ikan	40.43±0.09	8.67±0.01	16.48±0.27	8.41±0.01	4.40±0.12
Tepung Maggot	43.13±0.02	6.34±0.06	12.53±0.03	11.50±0.11	10.19±0.04
Tepung Cacing	53.43±0.09	8.18±0.02	5.61±0.03	7.43±0.02	6.39±0.14

Keterangan : \*Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro (2022)

Untuk memastikan keseimbangan nutrisi, meningkatkan efisiensi dan kualitas pakan serta menentukan pengaruh perlakuan pada pakan ikan, disajikan tabel komposisi

proksimat yang menunjukkan persentase bobot kering dari setiap perlakuan pakan, serta energy total yang dihasilkan dalam satuan kkal per kg.

**Tabel 4 Komposisi proksimat (% bobot kering) dan energy total (kkal.kg<sup>-1</sup>)**

Pakan	Protein	Air	Abu	Lemak	Serat	Energi
P1	23.65±0.02	9.87±0.02	13.76±0.03	8.14±0.01	6.19±0.04	3818.2
P2	24.74±0.02	9.75±0.01	13.24±0.02	8.64±0.01	6.88±0.04	3853.7
P3	25.32±0.03	9.36±0.01	12.63±0.25	9.60±0.02	7.35±0.01	3899.3
P4	26.66±0.03	9.25±0.02	11.88±0.02	10.66±0.01	7.83±0.04	3936.5
Komersial	25-26	Max 12	Max 17	Min 8	Max 10	-
SNI	20-35%	< 12%	< 12	2-10%	<8	-

Keterangan : P1 = (TI)/(TM)/(TCT) (30:5:4)%; P2 = (TI)/(TM)/(TCT) (25:10:4)%; P3 = (TI)/(TM)/(TCT) (20:15:4)%; P4 = (TI)/(TM)/(TCT) (15:20:4)%. \*Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro (2022).

Untuk mengetahui hasil dari penelitian pemanfaatan tepung maggot dan cacing tanah untuk membuat pelet ikan, perlu diukur kandungan nutrisi kimianya, seperti protein, lemak, abu, dan kadar air, serta profil asam aminonya. Tabel 4.3, 4.4, dan 4.5 menunjukkan hasil pengukuran tersebut. Rasyaf (1994) menyatakan bahwa kandungan nutrisi dalam pelet ikan dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan dalam pembuatannya. Oleh karena itu, Standar Nasional Indonesia (SNI) pakan ikan olahan telah dibuat untuk meningkatkan mutu dan keamanan pakan ikan. Hal ini dilakukan mengingat perdagangan pakan buatan yang semakin marak dan dampak signifikan yang ditimbulkannya terhadap kegiatan akuakultur. Pelet yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi standar SNI 01-4087-2006 yang mensyaratkan kandungan protein sekitar 20-35% dan lemak 2-10%.

#### 1. Kadar Protein

Secara umum hasil analisis kadar protein tidak berbeda nyata karena kadar protein pada pelet sangat dipengaruhi oleh jumlah tepung maggot dan cacing tanah yang digunakan. Kandungan protein pada semua formula dari P1 sampai P2 memenuhi standar SNI, karena terdapat penambahan bungkil maggot dan cacing tanah yang memiliki kandungan protein lebih tinggi dibandingkan tepung ikan. Selain itu, menambah jumlah tepung maggot dan cacing tanah, serta bahan-

bahan berprotein tinggi lainnya, dapat meningkatkan nilai protein. Selain itu, menambahkan tepung maggot yang lebih banyak dapat meningkatkan kualitas fisik pelet, seperti daya apung yang lebih baik dan stabilitas pelet yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan tepung ikan mengandung lebih banyak kandungan air dibandingkan dengan tepung maggot. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, tepung maggot ditambahkan hingga 20% ke dalam formula P4 untuk mempertahankan daya apung pelet yang baik.

#### 2. Kadar Lemak

Setelah diproses, kandungan lemak pada semua formula pellet ikan dari P1 hingga P4 terpenuhi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan lemak pada bahan pakan awal, sehingga ketika diproses menjadi pellet, kandungan lemaknya memenuhi standar yang ditetapkan. Menurut Setyoo et al. (2012), kandungan lemak pada pakan ikan sebesar 6,89%, namun dapat bervariasi tergantung pada kualitas bahan baku dan proses pembuatan. Lemak merupakan sumber utama energi yang diperlukan oleh ikan dan berperan penting dalam penyimpanan pakan. Walaupun lemak tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut organik dan merupakan sumber energi penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

#### 3. Kadar Abu

Semua perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan kadar abu pada pelet ikan yang memenuhi standar yang telah ditetapkan. Pelet ikan dengan formula P1, yang menggunakan jumlah tepung ikan paling besar, memiliki kandungan abu tertinggi. Hal ini disebabkan oleh bahan baku tepung ikan dan tepung maggot yang memiliki kandungan abu yang tinggi. Selain itu, proses pengovenan pada maggot juga berkontribusi terhadap tingginya kandungan abu pada pakan ikan. Menurut Sulistyawati (2012), pakan ikan yang terbuat dari bahan tepung mudah mengalami *over cooking* yang dapat meningkatkan kadar abu pada pakan ikan. Kandungan abu yang terlalu tinggi pada pakan ikan dapat mempengaruhi daya cerna dan pertumbuhan ikan, oleh karena itu, sebaiknya kandungan abu pada pakan ikan tidak melebihi 12%.

#### 4. Kadar Air

Analisis kadar air pada pelet menunjukkan nilai yang memenuhi standar yang ditetapkan. Hal ini mungkin karena proses pengeringan yang baik, karena bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan memiliki kadar air yang lebih tinggi dari standar yang ditetapkan. Menurut Sulistyawati (2012), perbedaan kadar air dapat disebabkan oleh kadar air bahan yang tercampur dengan air yang berlebih. Faktor-faktor seperti metode penyimpanan dan kondisi iklim juga dapat mempengaruhi kadar air suatu bahan. Pengeringan dan lamanya proses pengeringan juga dapat mempengaruhi kualitas bahan baku. Kandungan air yang sesuai akan mengurangi kemungkinan tumbuhnya jamur pada pakan ikan, sehingga memperpanjang umur simpan dan daya tahannya.

**Tabel 5 Profil asam amino lengkap pada masing-masing perlakuan pakan buatan uji**

Asam amino	Kadar kering	Metode	Perlakuan rasio tepung ikan, tepung maggot dan tepung cacing tanah			
			P1*	P2*	P3*	P4*
Aspartic acid	% w/w	HPLC	2,04	2,26	3,22	2,82
Glutamic acid	% w/w	HPLC	4,68	4,86	4,86	5,78
Serine	% w/w	HPLC	1,28	1,32	1,38	1,64
Histidine	% w/w	HPLC	0,34	0,36	0,36	0,46
Glycne	% w/w	HPLC	1,62	1,68	1,62	1,86
Threonin	% w/w	HPLC	0,94	1,00	1,08	1,30
Arginin	% w/w	HPLC	2,00	2,16	2,26	2,72
Alanin	% w/w	HPLC	1,70	1,90	2,06	2,46
Tyrosin	% w/w	HPLC	1,62	2,12	2,46	2,98
Methionin	% w/w	HPLC	0,20	0,22	0,24	0,30
Valin	% w/w	HPLC	1,08	1,24	1,36	1,68
Phenylalanin	% w/w	HPLC	0,82	0,90	0,94	1,16
Ileusin	% w/w	HPLC	0,70	0,82	0,90	1,12
Leusin	% w/w	HPLC	1,70	1,86	1,96	2,36
Lysin	% w/w	HPLC	1,90	1,90	2,18	2,52

Keterangan : P1 = (TI)/(TM)/(TCT) (30:5:4)%; P2 = (TI)/(TM)/(TCT) (25:10:4)%; P3 = (TI)/(TM)/(TCT) (20:15:4)%; P4 = (TI)/(TM)/(TCT) (15:20:4)%. \*Laboratorium Kimia Organik Universitas Gadjah Mada (2022)

Kuantitas protein diukur dengan menganalisis kandungan nitrogen yang dihasilkan melalui analisis proksimat,

sedangkan kualitas protein umumnya diukur berdasarkan profil asam aminonya. Asam amino pada hewan, termasuk ikan, terdapat

dalam bentuk asam amino bebas atau terikat pada protein (rantai peptida). Asam amino bebas memiliki tiga sumber: produk pakan protein yang dihidrolisis setelah penyerapan usus, hidrolisis protein akhir dalam tubuh, dan asam amino juga dapat digunakan untuk sintesis protein dalam tubuh atau komponen nitrogen lainnya (asam nukleat, amina, peptida, hormon, dll.), menyediakan sumber karbon untuk metabolisme antara atau teroksidasi untuk menyediakan energi (Guillaume et al., 2001).

Tabel 4.5 menunjukkan profil asam amino esensial sembilan dari sepuluh asam amino yang dibutuhkan dalam lima jenis pakan, yaitu arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, treonin, valin, metionin, dan fenilalanin. Asam amino semi-esensial dan non-esensial juga terdapat dalam lima jenis pakan, antara lain alanin, serin, asam glutamat, asam aspartat, glisin, dan tirosin. Profil asam amino tertinggi adalah asam glutamat, diikuti oleh leusin, valin, dan arginin, sedangkan lisin yang umumnya merupakan faktor pembatas dalam protein asam amino memiliki nilai yang relatif rendah. Lisin merupakan salah satu dari sepuluh asam amino esensial yang dapat digunakan sebagai asam amino referensi. Ada beberapa alasan untuk memilih lisin sebagai asam amino referensi. Pertama, fungsi utama lisin dalam tubuh hewan adalah untuk menyimpan protein jaringan karena kebutuhannya tidak dipengaruhi oleh peran metabolisme lainnya. Kedua, tergantung pada spesies ikan dan makanannya, lisin biasanya berperan penting dalam membatasi asam amino karena diketahui bahwa kebutuhan lisin jauh lebih tinggi daripada asam amino lainnya (Miles & Chapman, 2007).

Profil asam amino pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa asam glutamat, asam

aspartat, alanin, leusin, dan valin secara berurutan merupakan asam amino tertinggi dari lima belas asam amino yang terdeteksi pada umpan menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi. Nilai rasio asam amino (TI)/(TM)/(TCT) sebesar (15:20:4)% pada perlakuan P4 dan nilai rasio (TI)/(TM)/(TCT) sebesar (20:15:4)% pada perlakuan P3 selalu menempati posisi tertinggi, sedangkan kombinasi rasio (TI)/(TM)/(TCT) (30:5:4)% pada perlakuan P1 umumnya tetap pada posisi terendah (Tabel 4.5). Hal ini menunjukkan bahwa profil asam amino dari kombinasi dua sumber pakan alami yang berbeda tidak menghasilkan keseimbangan tetapi justru menurunkan kandungan asam amino.

Asam amino lain yang terdeteksi pada kelima jenis pakan tersebut antara lain asam glutamat. Asam glutamat berfungsi sebagai sumber energi bagi otak dan berlimpah dalam serum, otot, dan cairan otak, namun 60%-nya terdapat dalam tubuh dalam bentuk asam amino bebas (Greenwell, 1999). Asam glutamat adalah salah satu dari dua puluh asam amino yang memiliki kode dalam kode genetik standar, dan rantai sampingnya adalah amida, dibuat dengan mengganti rantai samping hidroksil asam glutamat dengan gugus fungsi amino.

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, maka penambahan tepung maggot pada pakan ikan memengaruhi peningkatan kandungan protein, lemak dan asam amino pada pakan. Hal ini dapat terjadi karena maggot mengandung sejumlah besar asam amino esensial seperti lisin, metionin, dan arginine yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Selain itu, maggot juga mengandung asam lemak esensial seperti omega-3 dan omega-6, yang dapat membantu meningkatkan kesehatan ikan.

**Tabel 6 Hasil Uji Cemar Aflatoksin Dan Salmonella Pakan Uji**

Parameter	Metode uji	Satuan	P1*	P2*	P3*	P4*
<b>Aflatoksin :</b>						
B <sub>1</sub>	HPLC	µg/kg	5.09	5.63	3.86	3.09
B <sub>2</sub>	HPLC	µg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
G <sub>1</sub>	HPLC	µg/kg	0.76	0.76	0.58	0.51
G <sub>2</sub>	HPLC	µg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Aflatoksin total			6.18	6.79	4.68	3.81
<b>Cemaran :</b>						
salmonella sp	ISO 6579-1:	/25 gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif

Keterangan : P1 = (TI)/(TM)/(TCT) (30:5:4)%; P2 = (TI)/(TM)/(TCT) (25:10:4)%; P3 = (TI)/(TM)/(TCT) (20:15:4)%; P4 = (TI)/(TM)/(TCT) (15:20:4)%. \*Laboratorium Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor.

Berdasarkan uji cemaran aflatoksin dengan metode HPLC, ditemukan bahwa kandungan aflatoksin dalam pakan uji P1 sampai P4 tidak melebihi batas maksimum Aflatoksin total sebesar 20 µg/kg. Hasil uji salmonella menunjukkan hasil negatif pada semua jenis pakan uji yang diuji. Salah satu faktor penyebab tidak adanya cemaran Salmonella sp. pada pakan ikan adalah penggunaan oven dengan suhu hingga 100°C selama 30 menit dalam proses pengeringan tepung. Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Fahrizal dan Ratna pada tahun 2020.

#### KESIMPULAN

Dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan bahwa pakan dengan perlakuan terbaik yang mendekati kontrol atau pakan komersial adalah P3 (TI 20% + TM 15% + TCT 4%) berdasarkan uji sifat fisik. Hasil uji proksimat menunjukkan bahwa nilai protein pada perlakuan F1 hingga F4 berkisar antara 24,65% sampai 26,60%, sementara kadar air, lemak, abu, dan serat menunjukkan perbedaan hasil yang berbeda-beda. Kandungan asam amino dalam pakan pada perlakuan F4 dan F3 paling tinggi, sedangkan pada perlakuan F1 biasanya paling rendah. Selain itu, semua formula pakan menunjukkan kandungan aflatoksin yang

relatif aman untuk dikonsumsi ikan dan tidak terkontaminasi oleh bakteri salmonella sp.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nur. (2018). *Teori Model Keperawatan: Keperawatan* (Vol. 1). UMM Press.
- Djissou, Arnauld S. M., Tossavi, Ephrem C., Vodounnou, Juste D., Toguyeni, Aboubacar, & Fiogbe, Emile D. (2015). Valorization of agro-alimentary waste for a production of maggots like source of proteins in the animal feeds. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 7(6), 42–46.
- Katya, Kumar, Borsra, M. Z. S., Ganesan, Dev, Kuppusamy, Giva, Herriman, Max, Salter, Andrew, & Ali, Sayed Azam. (2017). Efficacy of insect larval meal to replace fish meal in juvenile barramundi, *Lates calcarifer* reared in freshwater. *International Aquatic Research*, 9, 303–312.
- Kusnadi, Eric P., Timpone, Clelia, Topisirovic, Ivan, Larsson, Ola, & Furic, Luc. (2022). Regulation of gene expression via translational buffering. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*, 1869(1), 119140.
- Lestari, Puji. (2013). Determinants of islamic social reporting in syariah banks: Case of Indonesia. *International Journal of Business and Management Invention*,

2(10), 28–34.

- Li, Xiaoya, Feng, Jingrong, Meng, Yuxian, Han, Qinghong, Wu, Fei, & Li, Jiwei. (2019). A unified MRC framework for named entity recognition. *ArXiv Preprint ArXiv:1910.11476*.
- Marlin, Syafia. (2017). Analisis Pengungkapan Emisi Karbon Pada Pt Perusahaan Gas Negara (Pgn) Tbk Dan Pt Astra Agro Lestari Tbk Tahun 2013-2015. *Jurnal Akuntansi*, 5(1).
- Maryana, Rita, & Rachmawati, Yeni. (2013). *Pengelolaan lingkungan belajar*. Prenada Media.
- Mokolensang, Jeffrie F., Hariawan, Mutiara G. V, & Manu, Lusia. (2018). Maggot (*Hermetia illunces*) sebagai pakan alternatif pada budidaya ikan. *E-Journal Budidaya Perairan*, 6(3).
- Rustam, Furqan, Khalid, Madiha, Aslam, Waqar, Rupapara, Vaibhav, Mehmood, Arif, & Choi, Gyu Sang. (2021). A performance comparison of supervised machine learning models for Covid-19 tweets sentiment analysis. *Plos One*, 16(2), e0245909.
- Sandjojo, Heri, Hasan, Hastiadi, & Dewantoro, Eko. (2013). Pemanfaatan Tepung Keong Mas (*Pomacea canalicunata*) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Ikan Dalam Pakan Terhadap Keragaan Pertumbuhan Ikan Nila GIFT (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 1(1).
- Sarker, Pranab, Harrington, Tyler, Toher, Cormac, Oses, Corey, Samiee, Mojtaba, Maria, Jon Paul, Brenner, Donald W., Vecchio, Kenneth S., & Curtarolo, Stefano. (2018). High-entropy high-hardness metal carbides discovered by entropy descriptors. *Nature Communications*, 9(1), 4980.