



Review Artikel

**Pemanfaatan Umbi-Umbian sebagai Bahan Pengisi
dalam Pengembangan Pakan Ikan Berbasis Nutrisi Alami**

Kiki Haetami^{1*}, Yoga Nugraha Budiana¹, Abun²

*Penulis Korespondensi: kiki.haetami@unpad.ac.id

¹Departemen Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

²Departemen Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

Abstrak

Formulasi pakan ikan air tawar umumnya kaya protein (>25%), sehingga diperlukan bahan pengisi (*carbohydrate filler*) yang ekonomis tanpa menurunkan performa pertumbuhan. Umbi-umbian (singkong, talas, ubi jalar, kentang) berpotensi sebagai sumber karbohidrat, namun kandungan anti-nutrisi dan variasi pengolahan menentukan keberhasilannya. Tinjauan ini menelusuri literatur pada *Google Scholar* dengan kriteria inklusi yaitu studi pada spesies ikan budidaya, melaporkan minimal satu luaran performa (pertumbuhan/SGR, FCR, PER) atau pencernaan, serta menjelaskan bahan/organ umbi dan perlakuan pengolahan, dan kriteria eksklusi yaitu studi non-akuatik, tanpa data performa/pencernaan, atau berbasis sumber sekunder non-ilmiah. Seleksi dilakukan oleh dua penelaah secara independen, perbedaan diselesaikan melalui konsensus. Sintesis dilakukan naratif/tematik. Pengolahan fermentasi dan/atau perlakuan panas secara konsisten menurunkan anti-nutrisi (HCN/tanin) dan meningkatkan pencernaan pati. Pada nilai/lele, inklusinya umumnya aman di kisaran $\pm 20-30\%$ basis karbohidrat pakan tanpa penurunan signifikan pada SGR/FCR bila pengolahan memadai; level lebih tinggi sangat bergantung spesies, umur ikan, dan intensitas detoksifikasi. Umbi-umbian berpotensi sebagai *filler* pakan, khususnya bila didahului fermentasi. Praktisnya, 20–30% substitusi karbohidrat dapat dijadikan titik awal formulasi, kemudian dioptimasi per spesies dan tahap budidaya.

Kata Kunci: Umbi-umbian; Bahan pengisi; Spare protein; Pengolahan; Akuakultur.

**Utilization of Tubers as Filler Ingredients in the Development of
Natural Nutrition-Based Fish Feed**

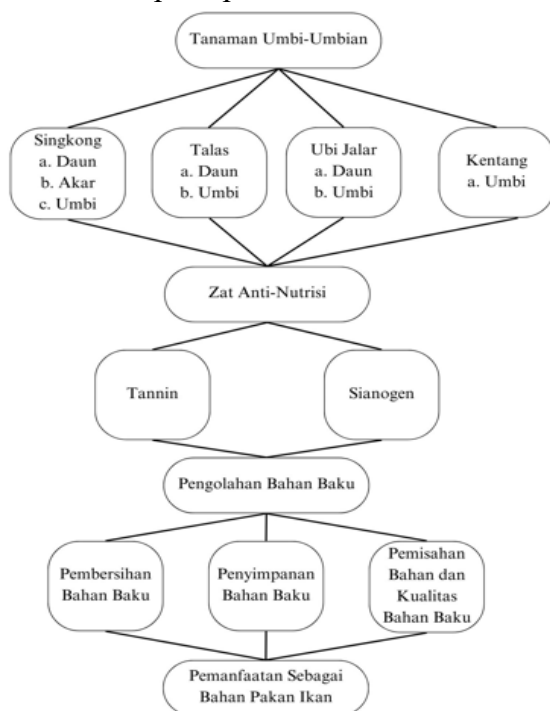
Abstract

Freshwater fish feeds are typically high in protein (>25%), creating a need for cost-effective carbohydrate fillers that do not compromise growth performance. Tuber crops (cassava, taro, sweet potato, potato) are promising carbohydrate sources; however, antinutritional factors and processing methods largely determine their success. This review searched literature on Google Scholar. Inclusion criteria were studies on aquaculture fish species that reported at least one performance outcome (growth/SGR, FCR, PER) or digestibility, and that specified the tuber organ/material and the applied processing. Exclusion criteria were non-aquatic studies, studies without performance/digestibility data, and non-scholarly secondary sources. Two reviewers screened independently, with disagreements resolved by consensus. A narrative/thematic synthesis was conducted. Fermentation and/or heat processing consistently reduced antinutritional factors and improved starch digestibility. In tilapia and catfish, carbohydrate substitution from tubers was generally safe at $\sim 20-30\%$ of diet carbohydrates without significant deterioration in SGR/FCR when adequate processing was applied; higher inclusion levels depend on species, life stage, and detoxification intensity. Tuber crops are therefore promising filler ingredients, particularly when preceded by fermentation. Practically, a 20–30% substitution can serve as a starting point for formulation, followed by optimization by species and production stage.

Keywords: Tuber crops; Filler materials; Spare protein; Processing; Aquaculture.

PENDAHULUAN

Penyediaan pakan dalam akuakultur adalah sangat penting untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Asia menjadi pemimpin dalam produksi akuakultur, menghasilkan 89,4% dari total produksi global (FAO, 2018). Protein merupakan komponen pakan yang paling mahal dan menyumbang sebagian besar biaya pakan, dengan tepung ikan sebagai sumber utama (Rahman *et al.*, 2019). Oleh karena itu, penelitian nutrisi ikan berfokus pada pengurangan biaya pakan dengan menggunakan sumber nutrisi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada tepung ikan. Penggunaan karbohidrat atau lemak juga dipertimbangkan untuk menghemat penggunaan protein dalam pakan ikan. Gambar 1 disajikan alur pemanfaatan umbi-umbian sebagai potensi bahan baku pakan ikan.



Gambar 1. Alur Pemanfaatan Umbi-umbian

Penggunaan bahan baku lokal seperti umbi-umbian untuk menggantikan bahan impor dalam pakan ikan terus diupayakan guna menciptakan pakan yang lebih murah dan berkelanjutan. Limbah tanaman umbi-umbian dan produk sampingannya, seperti kulit dan daun, dinilai potensial karena mudah diperoleh, tidak bersaing dengan bahan lain, serta harganya terjangkau (Gopan *et al.*, 2019). Sumber nutrisi yang berasal dari tanaman dan produk sampingannya dapat menjadi alternatif yang sangat baik, tetapi diketahui mengandung berbagai macam zat anti-nutrisi. Kehadiran zat anti-nutrisi yang terjadi secara alami ini adalah satu-satunya faktor yang membatasi penggunaannya dalam pakan ikan (Gopan *et al.*, 2020). Faktor-faktor anti-nutrisi ini merupakan bagian dari sistem pertahanan tanaman terhadap berbagai penyakit dan hama. Namun, mereka menimbulkan beberapa efek buruk pada hewan. Oleh karena itu, perlu ditemukan teknik pengolahan yang tepat dalam penggunaan bahan baku lokal untuk mengurangi efek zat anti nutrisi tumbuhan umbi-umbian sebagai bahan baku pakan ikan alternatif.

METODE

Tinjauan ini disusun sebagai *narrative/scoping review*. Penelusuran literatur dilakukan pada *Google Scholar* untuk periode Januari 2004–September 2024 menggunakan string kata kunci gabungan: (*cassava OR manihot OR taro OR colocasia OR sweet potato OR ipomoea OR potato OR solanum*) AND (*fish feed OR aquaculture*) AND (*antinutritional OR cyanide OR tannin OR processing OR fermentation*). Kriteria inklusi: (i) studi pada spesies ikan budidaya; (ii) menggunakan bahan umbi-umbian atau bagiannya (*umbi/daun/peel*) dalam

formulasi pakan; (iii) melaporkan ≥ 1 luaran performa (pertumbuhan/SGR, FCR, PER) dan/atau pencernaan; (iv) menjelaskan metode pengolahan (misalnya fermentasi/pemanasan/detoksifikasi).

Kriteria eksklusi: studi non-akuatik, tanpa data performa/pencernaan, atau sumber sekunder non-ilmiah. Penyaringan judul–abstrak–teks penuh dilakukan oleh dua penelaah independen; perbedaan diselesaikan melalui konsensus. Data yang diekstraksi meliputi spesies & fase hidup, komposisi pakan, organ bahan, perlakuan pengolahan, level inklusi (dinyatakan sebagai % bb/bk; bila tersedia kadar air maka dikonversi ke bk), serta luaran SGR, FCR, PER, pencernaan dan indikator anti-nutrisi. Kualitas pelaporan dipantau secara deskriptif (randomisasi, replikasi, kontrol, statistik). Mengingat heterogenitas formulasi, spesies, dan protokol

pengolahan, sintesis dilakukan secara naratif/tematik tanpa meta-analisis, dengan ringkasan rentang inklusi dan pengolahan yang paling konsisten efektif per komoditas.

HASIL

Umbi-umbian merupakan sumber daya alam yang melimpah dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar fungsional untuk pakan ikan. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada umbi-umbian, seperti singkong, ubi jalar, talas, dan kentang, memberikan energi yang cukup bagi ikan untuk mendukung pertumbuhannya. Pada data tabel 1. disajikan beberapa jenis dan nilai komposisi nutrisi umbi-umbian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan fungsional sumber energi pada pakan ikan.

Tabel 1. Komposisi Nutrisi Bahan Pakan Fungsional Sumber Energi

Jenis Umbi	Bagian (Organ)	Kandungan Nutrien						Referensi
		Kadar Air (%)	Karbohidrat (%)	Protein kasar (%)	Lemak kasar (%)	Abu (%)	Serat kasar (%)	
Singkong	Umbi	70	90	1,7	0,3	1,5	3,2	Aderolu, <i>et al.</i> 2009
	Daun	85	50	23,2	6	7	21,9	Adewolu (2008)
	Akar	70	80	3	0,4	1,5	2	Presston (2004)
	Daun	85	50	33	6	7	16	Healthline (2023)
Ubi jalar	Daun	85	50	36	6	7	20	Adewolu (2008)
	Umbi	70	90	1,8	0,3	1,5	0,9	Antial, <i>et al.</i> (2006)
Kentang	Umbi	80	90	3	0,1	0,5	1	Abdulrashid, <i>et al.</i> (2009)

PEMBAHASAN

Asam amino sebagai Faktor Pembatas dan Pengolahan Fermentasi

Antial *et al.*, (2006) memaparkan bahwa peningkatan penggunaan tepung ubi kayu dalam pakan dapat menurunkan asupan asam amino, sehingga membatasi sintesis protein tubuh dan memengaruhi pertumbuhan ikan uji. Metionin kerap

menjadi asam amino pembatas pertama pada formulasi berbasis umbi karena rasio protein/energi relatif rendah dan profil EAA yang kurang seimbang. Pada beberapa spesies ikan budidaya, kebutuhan metionin total pakan dilaporkan berada pada orde $\sim 0,5$ – $1,0\%$ (tergantung spesies, umur, dan level protein) (Antial *et al.*, 2006).

Amino esensial pada pakan uji berasal dari tepung ikan dan tepung bungkil kedelai, yang masing-masing mengandung metionin sebesar 1,60% dan 1,38% (Hertrampf & Pascual, 2000). Ketersediaan asam amino esensial memengaruhi retensi protein, seperti halnya dalam penggunaan talas beneng yang dibatasi hingga 15%, hal tersebut merupakan bentuk cadangan energi dan berdampak pada parameter pertumbuhan seperti laju pertumbuhan harian (Febriyanti *et al.*, 2023). Alternatif pemanfaatan melalui fermentasi, terutama dalam bahan tepung kulit umbi dari tanaman ubi kayu dapat digunakan dalam pakan ikan nila hingga batas maksimum 16% (Davies *et al.*, 2014).

Penggunaan Tepung Umbi-umbian sebagai Sumber Energi dan "Spare Protein" dalam Pakan Ikan

Suplementasi karbohidrat berperan dalam meningkatkan konsumsi pakan, yang selanjutnya berpengaruh pada komposisi tubuh ikan. Peningkatan konsumsi pakan yang lebih baik mungkin disebabkan oleh perbaikan dalam pencernaan nutrisi. Pencernaan yang lebih baik meningkatkan pemanfaatan pakan dan mendukung pertumbuhan ikan. Dalam studi yang dilaporkan (Priya *et al.*, 2023), laju pertumbuhan terbaik terlihat pada kelompok yang diberi kentang rebus, karena pati yang terkandung tersedia dengan mudah sebagai sumber energi dan memiliki tingkat pemanfaatan yang lebih baik dibandingkan kelompok yang diberi dedak padi. Karbohidrat dalam pakan memiliki pengaruh terhadap tingkat glukosa plasma pada ikan nila yang menunjukkan bahwa kadar glukosa darah pada ikan nila bervariasi antara 45 hingga 130 mg/dL (Obasa *et al.*, 2021).

Kondisi pengolahan memiliki dampak besar terhadap pencernaan pati

(Odo, *et al.*, 2016). Efek menguntungkan dari perlakuan panas terbukti bahkan pada ikan herbivora. Kondisi pengolahan sangat bervariasi, meliputi pengupasan kulit, konsentrasi, perlakuan panas dengan mesin *pellet press* atau ekstrusi, pemanasan dalam kondisi basah atau kering, serta fermentasi, dan lain-lain. Dari studi ini yang dilaksanakan Aderolu 2009 dinyatakan bahwa pati yang diperlakukan dengan panas dapat lebih mudah dicerna oleh spesies karnivora maupun herbivora.

1. Anti Nutrisi Umbi-Umbian

Faktor anti-nutrisi adalah senyawa kimia alami dalam makanan atau bahan pakan yang terbentuk melalui metabolisme normal spesies. Senyawa ini dapat menginaktivasi beberapa nutrisi, menghambat proses pencernaan, atau mengurangi pemanfaatan metabolik makanan, sehingga bertentangan dengan tujuan nutrisi optimal. Beberapa anti-nutrisi dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Pengolahan yang tepat diperlukan untuk mengurangi efek negatif anti-nutrisi sebelum konsumsi (Chandasekara dan Kumar, 2016). Berikut adalah beberapa zat anti-nutrisi pada umbi-umbian.

a. Sianogen

Sianogen adalah senyawa yang ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada beberapa kacang-kacangan, tanaman akar seperti singkong, dan beberapa biji minyak seperti biji rami, yang telah dicoba sebagai bahan pakan ikan. Sianogen, ketika dihidrolisis, menghasilkan produk beracun seperti hidrogen sianida dan mungkin senyawa karbonil lainnya yang menekan respirasi alami dan menyebabkan henti jantung (Davies, *et al.*, 2014). Enzim yang diperlukan untuk konversi ini biasanya ditemukan di ruang ekstraseluler dalam

jaringan tanaman. Tiosianat, produk detoksifikasi dari sianida, bertindak sebagai agen antitiroid. Ikan yang diberi pakan mengandung sianogen, seperti biji rami dan singkong, umumnya menunjukkan pertumbuhan yang berkurang dibandingkan dengan kontrol yang sesuai (Suhenda & Hidayat, 2015).

Namun, sianida dalam pakan tidak menghambat pertumbuhan pada nila, karena ikan yang diberi pakan yang mengandung daun singkong kering yang direndam dan kering matahari dengan total 9,9 ppm sianida dan tepung singkong kering matahari dengan 71,1 ppm sianida menunjukkan pertumbuhan yang serupa pada tingkat inklusi yang sama. Lebih banyak studi diperlukan untuk menentukan tingkat toleransi berbagai spesies ikan budidaya terhadap zat ini dan apakah ada efek jangka panjang pada tingkat asupan yang rendah.

b. Tanin

Tanin polifenolik adalah sebagian besar metabolit sekunder yang ditemukan dalam tanaman darat (Suhenda & Hidayat 2015) dan beberapa makrofit air. Ada tiga kelas tanin yang telah ditetapkan (Hersila, 2023): 1) tanin terhidrolisis (HT), yaitu gallo- dan ellagi-tanin yang berasal dari asam galat dan ellagat yang teresterifikasi dengan inti poliol dan gugus galloyl, yang dapat mengalami esterifikasi atau oksidasi menjadi HT yang lebih kompleks; 2) tanin terkondensasi (CT), flavonoid proantosianidin polimerik; dan 3) florotanin (PT), monomer dari floroglucinol yang ditemukan pada alga coklat.

Bahan pakan yang mengandung tanin memberikan rasa yang kurang enak pada pakan dan mengurangi konsumsinya karena menurunnya palatabilitas. Selain itu, tanin mempengaruhi hewan melalui

beberapa mekanisme, termasuk pembentukan kompleks kuat dengan komponen pakan seperti protein dan mineral kehilangan protein endogen (Hersila, 2023), dan inaktivasi enzim pencernaan, sehingga mengganggu proses pencernaan.

2. Metode Pengolahan Umbi Sebagai Bahan Baku Pakan Fungsional untuk Ikan

Metode pengolahan tanaman umbi-umbian memiliki peran penting dalam mengurangi kandungan zat antinutrisi yang dapat menghambat penyerapan nutrisi pada ikan. Umbi-umbian seperti singkong, ubi jalar, dan talas mengandung senyawa-senyawa seperti sianida, pati yang sulit dicerna, serta serat kasar yang dapat mengganggu pencernaan ikan. Pengolahan yang tepat tidak hanya mengurangi efek buruk zat antinutrisi, tetapi juga meningkatkan kualitas pakan, yang pada gilirannya dapat mendukung pertumbuhan ikan yang lebih optimal. Oleh karena itu, pemilihan dan penerapan metode pengolahan yang tepat sangat penting untuk memaksimalkan manfaat umbi-umbian sebagai bahan baku pakan ikan. Metode pengolahan tanaman umbi-umbian, meliputi beberapa tahap:

a. Pembersihan Bahan Baku

Pembersihan adalah proses pemisahan yang memanfaatkan perbedaan sifat fisik antara kontaminan dan unit makanan. Terdapat berbagai metode pembersihan yang diklasifikasikan menjadi metode kering dan basah, dengan kombinasi metode yang sering digunakan sesuai dengan karakteristik bahan tertentu. Pemilihan metode pembersihan yang tepat bergantung pada jenis bahan yang dibersihkan, tingkat dan jenis kontaminasi, serta tingkat dekontaminasi yang

diinginkan. Semua bahan baku makanan harus dibersihkan sebelum diolah untuk menghilangkan kontaminan, baik yang tidak berbahaya maupun yang berbahaya. Penghilangan kontaminan sangat penting untuk melindungi peralatan proses dan juga konsumen akhir. Misalnya, penghilangan pasir dan batu adalah langkah penting dalam proses pembersihan. Perendaman adalah tahap awal dalam membersihkan bahan yang sangat terkontaminasi, seperti tanaman umbi-umbian, yang memungkinkan pelunakan tanah dan penghilangan sebagian batu serta kontaminan lainnya.

b. Penyimpanan

Sangat penting bagi pengolah untuk menjaga stok bahan mentah agar dapat memenuhi permintaan secara konsisten. Oleh karena itu, penyimpanan yang tepat menjadi krusial. Waktu penyimpanan bervariasi antara jenis bahan baku. Jaringan muda seperti pucuk, yang belum menghasilkan, memiliki laju respirasi yang tinggi sehingga masa penyimpanannya lebih pendek. Sebaliknya, umbi dan akar serta organ penyimpanan yang matang, seperti bawang bombai, kentang, dan bit gula, bernafas lebih lambat sehingga memiliki periode penyimpanan yang lebih lama. Sebagai contoh, untuk kentang, penyimpanan yang dianjurkan adalah pada suhu 4-5°C dengan kelembaban relatif 90-95%. Dengan kondisi ini, kentang dapat disimpan selama 4-9 bulan.

c. Pemisahan Bahan dan Kualitas Bahan Baku

Penyortiran adalah pemisahan berdasarkan satu sifat yang dapat diukur dari satuan bahan baku, sedangkan *grading* adalah “penilaian mutu suatu pangan secara keseluruhan dengan menggunakan sejumlah atribut”. Kualitas bahan baku, khususnya yang berkaitan dengan

pengolahan, menjadi semakin penting. Ada banyak contoh keberhasilan peningkatan kualitas pengolahan bahan baku melalui pemuliaan tanaman selektif, antara lain:

- Peningkatan persentase minyak dan komposisi asam lemak dalam minyak lobak.
- Peningkatan kualitas penggilingan dan pembuatan malt sereal.
- Kandungan gula yang tinggi dan kualitas jus dalam gula bit.
- Pengembangan varietas kentang tertentu untuk industri pengolahan, berdasarkan kadar enzim dan gula, menghasilkan rasa, tekstur, dan warna produk yang sesuai, atau karakteristik penyimpanan.

3. Jenis Umbi-umbian dan Pemanfaatannya Pada Ikan

1. Singkong

Singkong mengandung karbohidrat yang tinggi, terutama pati, dan memiliki kandungan protein kasar yang rendah. Daun singkong kaya protein, vitamin, dan mineral. Umbi singkong dapat digunakan sebagai sumber energi dalam pakan ikan. Daunnya, setelah diolah untuk menghilangkan zat anti-nutrisi seperti sianida, dapat menjadi sumber protein yang baik.

a. Daun

Penggunaan tepung daun singkong dalam pakan ikan untuk bahan pakan non-konvensional dapat menggantikan sebagian besar bahan sereal, seperti jagung dengan hasil yang positif pada kinerja pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan. Hal ini dibuktikan oleh kinerja pertumbuhan pada diet dengan 25% tepung daun singkong utuh dengan rasio konversi pakan yang lebih rendah menunjukkan pemanfaatan pakan yang lebih baik oleh ikan (Odo *et al.*, 2016).

Dampak faktor anti-nutrisi (glikosida sianogenik dan tanin) dapat dikurangi dengan direndam dan dijemur (Hassan *et al.*, 2017). Daun singkong tersedia dengan mudah dan juga ditemukan mampu mendukung pertumbuhan berbagai spesies ikan seperti *C. gariepinus* (Lele), *O. niloticus* (Nila), *Mystus cavasinus* (Lele), namun penggunaan jumlah banyak dapat dibatasi oleh keberadaan anti-nutrisi seperti linamarin. Linamarin adalah glikosida sianogenik (2-B-D-glucopyranosy 1oxy-isobutrylo nitrite) yang ditemukan dalam daun dan akar umbi singkong, yang melepaskan sianida (HCN) yang sangat beracun selama hidrolisis pada saat pencernaan (Presston, 2004; Davies *et al.*, 2014). Menurut Odo *et al.* (2016), kemampuan organisme untuk mengubah nutrisi protein, secara positif mempengaruhi kinerja pertumbuhannya.

b. Akar

Singkong dapat menjadi bahan nutrisi alternatif jumlah yang tinggi, dengan catatan dilengkapi dengan sumber nitrogen (Heuze *et al.*, 2016). Kandungan serat pada singkong, yang tergantung pada varietas dan usia akar, juga sangat rendah. Biasanya, kandungannya tidak melebihi 1.5% pada akar segar dan 4% pada tepung akar (Gill & Buitrago, 2002), yang membuat akar singkong sangat mudah dicerna oleh semua jenis ternak. Kandungan Hidrogen Sianida mungkin tidak menjadi masalah, berkat varietas yang telah diperbaiki dan proses pengolahan saat ini (Sanni *et al.*, 2002). Menurut Fanelli *et al.*, 2023 akar singkong memiliki kandungan protein kasar 1-2%, lemak 0.1-0.3%, serat kasar 1-4%, Karbohidrat 70-80%. Pada penelitian yang dilaksanakan Obasa *et al.*, 2021 yang mengujikan akar singkong dengan fermentasi anaerob dan substitusi sebanyak 50% mendukung

pertumbuhan yang lebih baik, pemanfaatan pakan, dan pencernaan protein nyata dalam diet benih ikan nila, *O. niloticus*, ditandai dengan nilai rasio efisiensi protein sebesar 1,81%.

c. Umbi

Tepung umbi singkong memiliki energi metabolis (3000 MJ/kg) dengan jumlah kalsium yang signifikan (50 mg/100 g), fosfor (40 mg/100 g), dan Vitamin C (25 mg/100 g). Menurut Abdurashid, & Agumnobi (2011), komposisi tepung umbi singkong mengandung 15,37% air, 1,55% lemak kasar, 2,15% abu, 1,75% protein kasar, 1,40% serat kasar, dan 77,78% karbohidrat pada basis segar.

Terjadi peningkatan laju pertumbuhan spesifik pada substitusi 20% tepung umbi singkong sebagai pengganti karbohidrat sebesar 2,98% (Rahman *et al.*, 2019). Tepung umbi singkong dilaporkan lebih murah dibandingkan jagung dan gandum. Hidrogen sianida (HCN) hampir sepenuhnya dihilangkan selama proses pengolahan, dengan cara perendaman sehingga palatabilitas dapat meningkat (Zainuddin, 2014).

2. Talas

Talas mengandung karbohidrat yang tinggi, serat makanan, dan sejumlah mineral. Meskipun umbinya kurang protein, daun talas memiliki kandungan protein yang lebih tinggi. Daun talas, setelah diolah, dapat digunakan sebagai pakan ikan untuk menyediakan serat dan mineral. Umbinya juga dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat.

a. Daun talas

Pemanfaatan daun talas (*Colocasia esculenta*) sebagai bahan alternatif pakan ikan telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi produksi perikanan. Menurut An,

et al., (2015) daun talas memiliki kandungan protein kasar sebesar 14,84%, lemak kasar 18,15%, serat kasar 22,51%, abu 11,61%, dan karbohidrat 12,3%. Sumber protein nabati konvensional yaitu tepung kedelai memiliki kandungan protein 44%, lemak 14,3%, serat 2,8%, abu 5,4%, air 8,4%, dan karbohidrat 29,5%. Menurut Febriyanti dan Wijayanti (2023) kombinasi tepung kedelai dan tepung talas beneng dengan kandungan protein sebesar 30,27%, lemak 13,72%, serat kasar 18,53%, kadar air 9,66%, kadar abu 13,72% dan karbohidrat 48,77%, namun belum memenuhi Standar Nasional Indonesia pada kandungan serat kasar dan abu yang relatif tinggi untuk ikan.

b. Umbi

Kualitas gizi tepung umbi talas yang ditentukan oleh pertumbuhan dan indeks ekonomi yang diamati. Kondisi pengolahan dengan perlakuan panas, memiliki dampak besar pada pencernaan pati, dan terdapat efek menguntungkan bahkan untuk ikan herbivora (Jalil, 2021). Kondisi pengolahan bervariasi luas meliputi pengupasan, konsentrasi, perlakuan panas dalam mesin pelet atau ekstrusi, pemanasan dalam kondisi basah atau kering, dan fermentasi di antara lainnya. Menurut Aderolu, *et al.*, (2009), bahwa penambahan tepung umbi talas rebus sebesar 25% meningkatkan penambahan bobot pada benih ikan lele. Peningkatan berat badan ikan yang diberi umbi talas rebus mungkin terkait dengan efek menguntungkan dari perebusan yang menghasilkan nilai gizi dan pencernaan yang lebih baik (Abdurashid & Agumnobi 2011). Peningkatan pencernaan tersebut bisa jadi akibat dari inaktivasi faktor anti-nutrisi, yang mengganggu proses pencernaan (Ghazi *et al.*, 2002).

3. Ubi Jalar

Ubi jalar kaya akan karbohidrat, β -karoten, antosianin, fenolik total, serat makanan, vitamin C, dan mineral. Ubi jalar dapat menggantikan tepung jagung atau gandum dalam pakan ikan karena kandungan energinya yang tinggi dan nilai gizinya yang baik. Daun ubi jalar juga dapat digunakan sebagai pakan tambahan karena kandungan proteinnya yang tinggi.

a. Daun

Ubi jalar, dibudidayakan secara luas di seluruh dunia dan juga merupakan salah satu tanaman pangan terpenting di daerah tropis (An, 2004). Daunnya telah digunakan sebagai pakan ternak karena kandungan protein dan seratnya yang tinggi (Antial *et al.*, 2006; Adewolu, 2008). Preston (2004) juga melaporkan bahwa kandungan protein kasar pada daun ubi jalar berkisar antara 26,5 hingga 32,5%. Dalam tinjauannya, Adewolu (2008) menyebutkan bahwa tepung daun tanaman ini memiliki kandungan protein kasar sebesar 26-33%, serta kandungan asam amino, mineral, dan vitamin yang tinggi. Dia juga menyebutkan bahwa keuntungan menggunakan tepung daun ini dalam pakan ikan adalah karena daunnya dapat dipanen berkali-kali dalam setahun sehingga ketersediaannya lebih mudah dan lebih murah. Keberadaan faktor anti-nutrisi seperti invertase dan inhibitor protease dapat dihilangkan dengan pengeringan oven atau matahari, perebusan atau pengukusan, dan penggilingan sebelum dimasukkan ke dalam pakan ikan, sehingga meningkatkan palatabilitas (Adewolu, 2008). Percobaan pada *Tilapia zilli* menunjukkan bahwa tepung daun ubi jalar dapat dimasukkan hingga tingkat 15% dalam diet tanpa mengorbankan pertumbuhan dan efisiensi pakan (Adewolu, 2008).

b. Umbi

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) yang berasal dari keluarga Convolvulaceae adalah tanaman pangan sayuran yang sangat penting di banyak Negara (Alloush, 2015). Ini dianggap sebagai salah satu dari banyak solusi yang menunggu untuk ditemukan untuk memproduksi pakan ikan dengan biaya lebih rendah. Ubi jalar menempati peringkat ketujuh tanaman pangan terpenting di dunia dan keempat di negara tropis (FAO, 2004). Ubi jalar kaya akan β -karoten, antosianin, fenolik total, serat makanan, asam askorbat, asam folat dan mineral (Fanelli, 2023). Residu umbi ubi jalar dapat digunakan secara efisien sebagai sumber energi pengganti jagung kuning selama musim panen ubi jalar.

Tepung ubi jalar dapat digunakan sebagai sumber energi yang memadai dalam ransum ikan karena mengandung energi yang sama dengan jagung. Karbohidrat umumnya menyusun antara 80 hingga 90% dari berat kering akar ubi jalar, tetapi pati mentah dari ubi jalar sangat tahan terhadap hidrolisis oleh amilase (Khatun, *et al.*, 2019). Pada penelitian Seden *et al.* (2017) bahwa ubi jalar kualitas rendah dapat menggantikan jagung kuning hingga 100% sebagai sumber energi alternatif untuk ikan nila dalam diet praktis tanpa efek negatif pada kinerja pertumbuhan ikan. Hasil ini memungkinkan formulasi diet yang lebih murah untuk ikan nila dan mengurangi biaya pakan bagi petani. Kehadiran faktor anti-nutrisi seperti invertase dan penghambat protease dapat dihilangkan dengan pengeringan oven atau matahari, perebusan atau pengukusan, dan penggilingan sebelum dimasukkan ke dalam pakan ikan sehingga meningkatkan palatabilitas (Adewolu, 2008).

4. Kentang

Kentang mengandung karbohidrat, vitamin C, B6, niasin, asam pantotenat, serta mineral seperti kalium dan fosfor. Kentang dapat digunakan sebagai sumber energi dalam pakan ikan. Umbinya yang kaya akan karbohidrat mudah dicerna oleh ikan (Amalia, 2020).

a. Umbi

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah tanaman pangan keempat terpenting setelah jagung, beras, dan gandum yang tumbuh di seluruh dunia. Kentang adalah sumber energi yang baik, mudah dicerna, serta sebanding dengan beras dan gandum (Priya dan Saiprasad (2023) Secara umum, umbi kentang terdiri dari sekitar 80% air dan 20% bahan kering. Dari 20 gram bahan kering dalam 100 gram umbi kentang, penyumbang utama adalah karbohidrat, diikuti oleh protein. Kentang juga merupakan sumber baik dari vitamin C, B6, niasin, asam pantotenik; serta mineral seperti kalium, tembaga, mangan, dan fosfor1. Selain itu, kentang juga mengandung serat makanan.

Lebih lanjut menurut Khatun *et al.*, 2019 performa pertumbuhan terbaik, pemanfaatan pakan, tingkat kelangsungan hidup, dan produksi GIFT diperoleh dengan memberi makan diet yang mengandung 28% tepung umbi kentang. Selain itu, diet yang mengandung 28% tepung umbi kentang menghasilkan ikan berkualitas dengan mengurangi biaya produksi. Oleh karena itu, tepung umbi kentang dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat yang baik dan murah selain tepung gandum dalam persiapan pakan ikan, yang juga merupakan bahan yang stabil secara ekonomi dan ramah lingkungan

SIMPULAN

Pengolahan (terutama fermentasi dan perlakuan panas) secara konsisten menurunkan anti-nutrisi umbi-umbian dan meningkatkan pencernaan, sehingga memungkinkan substitusi karbohidrat dari umbi pada kisaran praktis $\pm 20\text{--}30\%$ tanpa merugikan SGR/FCR, dengan syarat keseimbangan asam amino terpenuhi, khususnya metionin. Heterogenitas spesies, umur, protokol pengolahan, serta basis pelaporan (bb/bk) membatasi kuantifikasi ambang aman lintas studi. Data risiko bias dan pelaporan statistik juga bervariasi. Untuk formulasi awal, gunakan $20\text{--}30\%$ substitusi karbohidrat dari umbi yang telah didetoksifikasi/ difermentasi, kemudian optimalkan menurut spesies dan fase budidaya, sambil menyeimbangkan metionin dan memantau PER, FCR, dan SGR. Studi terstandar lintas spesies dengan pelaporan basis seragam (bk), profil EAA, serta analisis biaya-manfaat pengolahan diperlukan guna memetakan ambang inklusi dan skema fortifikasi yang paling efisien.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

PERNYATAAN PENULIS

Karya yang disajikan dalam artikel ini adalah asli dan bahwa segala tanggung jawab kami

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan kepada Yoga atas bantuan dalam pencarian referensi.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulrashid M, Agwunobi LN. (2011). Taro cocoyam (*Colocasia esculenta*

meal as feed ingredient in: Poultry. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(5):668-673.

Aderolu AZ, Owonire LM, Oladipupo MO. (2009). Processed cocoyam tuber as carbohydrate source in the diet of juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). *European Journal of Scientific Research*. 35(3):453-460.

Adewolu MA. (2008). Potentials of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf meal as dietary ingredient for *Tilapia zilli* fingerlings. *Pakistan Journal of Nutrition*. 7(3):444-449

Amalia SN, Elfidasari D. & Sugoro I. (2020). Pengaruh Pemberian Pakan Kentang terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) dan Kualitas Air Akuarium Pemeliharaan. *Prosiding SNPBS* (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek).

An LV. & Lindberg JE. (2004). Ensiling of sweet potato leaves (*Ipomoea batatas* Lam) and the nutritive value of sweet potato leaf silage for growing pigs. *Asian-australasian journal of animal sciences*. 17(4):497-503.

Antial BS, Akpanz EJ, Okonl PA. & Umorenl IU. (2006). Nutritive and anti-nutritive evaluation of sweet potatoes. *Pak J Nutr*. 5(2):166-168.

Chandrasekara A. & Kumar TJ. (2016). Roots and tuber crops as functional foods: A review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *Int J Food Sci*. 1-15.

Davies, A.A., Oso AO, Bamgbose AM, Sanwo KA, Jegede AV. & Sobayo RA. (2014). Effect of feeding cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root meal on growth performance, hydrocyanide intake and

- haematological parameters of broiler chicks. *Trop Anim Health Prod.* 46(7):1167-1172.
- FAO. (2018). The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition. Rome, Italy: FAO;
- Febriyanti TL & Wijayanti A. (2023). Identification the Potential Use of Talas Beneng Leaves (*Xanthosoma*) Vegetable Protein in Fish Feed. *Jurnal Ilmiah AgriSains.* 24(3):170-180.
- Fanelli NS, Torres-Mendoza LJ, Abelilla JJ. & Stein HH. (2023). Chemical composition of cassava-based feed ingredients from South-East Asia. *Animal Bioscience.* 36(6):908-919.
- Gopan A, Sahu NP, Varghese T, Sardar P, Maiti MK. (2019). Protein isolate prepared from karanj seed cake: Effect on growth, body composition and physiometabolic responses in Labeo rohita fingerlings. *Aquaculture Nutrition.* 26(3):737-751.
- Gopan A, Lalappan S, Varghese T, Kumar Maiti M. & Peter RM. (2020). Anti-Nutritional Factors in Plant-Based Aquafeed Ingredients: Effects on Fish and Amelioration Strategies. *Biosc Biotech Res Comm Special Issue.* 13(12):1-09.
- Ghazi S, Rooke JA, Galbraith H. & Bedford MR. (2002). The potential for the improvement of the nutritive value of soyabean meal by different protease in broiler chick and broiler cockerels. *Brit Poul Sci.* 43:70-77.
- Gil J.L., & Buitrago AJA. (2002). La yuca en la alimentacion animal. In: Ospina B, Ceballos H, editors. La yuca en el tercermilenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 527-69.
- Healthline. (2023). Taro Leaves: Nutrition, Benefits, and Uses. Healthline.
- Hersila, N. Chatri, V. & Irdawati (2023). Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) pada Tanaman sebagai Antifungi Secondary Metabolite Compounds (Tannins) in Plants as Antifungi. *Jurnal Embrio* (15) (1) (16-22) 2023 p -ISSN :2085-403X e-ISSN: 2808-9766 <https://ojs.unitas-pdg.ac.id/index.php/embrio> Doi : 1031317/embrio
- Hertrampf J.W. & Pascual, F.P. (2000). *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds.* Kluwer Academic Publishers. London pp 506.
- Heuzé V, Tran G, Archimède H, Régnier C, Bastianelli D. & Lebas F. (2016). Cassava roots. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO.
- Jalil, W. (2021). Pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pakan buatan tepung daun singkong (Manihot utilissima Pohl) dan tepung kedelai (*Glycine max*). *Aquamarine*, 8(2), 9–14. Khatun K, Samrat MMI, Azad KN, Habib MAB. (2019). Use of potato tuber powder as replacement of wheat flour in the diet of GIFT (*Oreochromis niloticus*) fry. *Bangladesh J Fish Res.* 18(1-2):131-142.
- Obasa SO, Babalola EO, Akinde AO, Idowu AA, Ojelade OC. & Nwekoyo VE. (2021). Impact of

- Processing on Cassava Root Tuber and Use as a Replacer of Maize in the Diet of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Mal J Anim Sci*. 24(2):39-49.
- Odo GE, Agwu JE, Nweze NO, Sunday C, Nwadinigwe AO. & Onyishi G. (2016). Growth performance and nutrient utilization of *Clarias gariepinus* fed with different dietary levels of processed cassava leaves. 15(24):1184-1192.
- Presston TR. (2004). Potential of cassava in integrated farming systems. *Livest Resour Rural Dev*. 10(8):20-28.
- Priya BNV. & Saiprasad GVS. (2023). "Potato" Powerhouse for Many Nutrients. *Potato Research*. 66:563-580.
- Rahman S, Habib AB, Fakir S, Halim A. (2019). Study the use of Cassava Tuber Powder as Replacement of Carbohydrate in the Diet of Genetically Improved Farmed Tilapia. *Australia and New Zealand Journal of Social Business, Environment and Sustainability*. 70(2):908-919.
- Sanni, AI., Marlon-Guyot J. & Guyot, JP. (2002). New efficient amylase-producing strains of *Lactobacillus plantarum* and *L. fermentum* isolated from different Nigerian traditional fermented foods. *Int J Food Microbiol*. 72:53-62.
- Seden ME, El-Tawil NE, Amer TN, Ahmad MH. & Dawood TI. (2017). Reducing feed cost by using sub-graded sweet potato tuber as a non-traditional energy source in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* diets. *Abbassa Int J Aqua*. 10(1):62-79.
- Suhenda D, & Hidayat M. (2015) Pemanfaatan Tepung Daun Singkong (*Manihot utilissima*) yang Difermentasi dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(2):51-59.
- Zainuddin F. (2014). Efek Pengolahan Tepung Ubi Jalar, *Ipomoea batatas* pada Sintasan dan Pertumbuhan Ikan Koi, *Cyprinus carpio*. *Jurnal Penelitian Sains*, Universitas Papua. 20.