

<https://journal.unram.ac.id/index.php/jfn>  
VOLUME 1, NOMOR 2, Desember 2021  
<https://doi.org/10.29303/jfn.v1i2.489>

**PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG KEDELAI DENGAN TEPUNG KAYU APU (*Pistia stratiotes*) TERFERMENTASI DALAM PAKAN TERHADAP PERFORMA NILA MERAH (*Oreochromis sp.*)**

**EFFECT OF SUBSTITUTION OF SOYBEAN MEAL WITH APU WOOD MEAL (*Pistia stratiotes*) FERMENTED IN FEED ON THE PERFORMANCE OF RED TILAPIA (*Oreochromis sp.*)**

Gilang Setyawan<sup>1\*</sup> dan Senny Helmiati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Akuakultur, Departemen Perikanan,  
Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada  
Jalan Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55261

\*Korespondensi email : [gilang.setyawan@mail.ugm.ac.id](mailto:gilang.setyawan@mail.ugm.ac.id)

**ABSTRAK**

Kayu apu merupakan tanaman air yang hidup mengapung pada suatu perairan lentic dan mempunyai kandungan nutrisi yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan nutrisi kayu apu terfermentasi dan mengevaluasi pengaruh substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi dalam pakan terhadap performa nila merah. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan substitusi tepung kedelai dengan kayu apu terfermentasi sebanyak 0, 10, 20, dan 30% dengan tiga kali ulangan. Penelitian ini menggunakan nila merah berukuran 7-9 cm diberi pakan dengan dosis 3% biomassa dengan frekuensi pemberian sebanyak dua kali sehari dan dipelihara selama 60 hari. Parameter yang dievaluasi meliputi sintasan, pertumbuhan, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, dan efisiensi pakan. Hasil uji proksimat tepung kayu apu terfermentasi mengandung kadar air sebesar 8,80 %, protein kasar sebesar 15,10%, lemak sebesar 3,12%, kadar abu sebesar 34,5%, dan serat kasar sebesar 33,96%. Tepung kayu apu terfermentasi tidak dapat mensubstitusi tepung kedelai sebagai bahan pakan. Substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi dalam pakan tidak mempengaruhi sintasan, efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein namun berpengaruh terhadap penurunan performa pertumbuhan dan peningkatan nilai rasio konversi pakan.

**Kata Kunci:** Nila merah, Pakan, Pertumbuhan, Tepung kayu apu terfermentasi, Tepung kedelai

**ABSTRACT**

Apu wood is a living aquatic plant floating in a lentic water and has a good nutrient content. This study aims to find out the nutrient content of fermented apu wood and evaluate the effect of substitution of soybean meal with fermented apu wood meal in feed on the performance of red tilapia. The study used a randomized design method

complete with four substitution treatments of soybean meal with fermented apu wood of 0, 10, 20, and 30% with three repeats. The study used red tilapia measuring 7-9 cm to feed a doses of 3% biomass with a frequency of giving twice a day and maintained for 60 days. Parameters evaluated include survival rate, growth, feed conversion rate, protein efficiency ratio, and feed efficiency. The results of the fermented apu wood meal proximate test contained water content of 8.80%, crude protein by 15.10%, fat by 3.12%, ash content by 34.5%, and fiber by 33.96%. Fermented apu wood meal cannot substitute soybean meal as a feed material. Substitution of soybean meal with fermented apu wood meal in feed does not affect the intensity, feed efficiency and protein efficiency ratio but affects the decrease in growth performance and increases in the value of feed conversion rate.

Key words: Red tilapia, Feed, Growth, Fermented apu wood meal, soybean meal

## PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu bahan baku pembuatan pakan sehingga ketersediaannya sangat penting bagi keberlangsungan industri pakan ikan. Kedelai berfungsi sebagai sumber protein nabati utama dalam industri pembuatan pakan ikan. Tingginya permintaan kedelai dalam berbagai bidang termasuk industri pakan membuat ketersediaannya tidak mampu memenuhi permintaannya. Hal ini disebabkan karena tingginya tingkat konsumsi masyarakat baik digunakan sebagai bahan pangan maupun pakan. Menurut Aldilah (2015), jumlah produksi kedelai Indonesia hanya mampu memenuhi 65,61% konsumsi kedelai domestik. Kebutuhan konsumsi kedelai dalam negeri sebesar 35% dipenuhi dari kedelai impor. Menurut Swastika (2015) produksi kedelai Indonesia sebesar 0,78 juta ton sementara konsumsi kedelai dalam negeri mencapai 3,06 juta ton. Indonesia melakukan impor sebanyak 2,28 juta ton untuk memenuhi kebutuhan konsumsi kedelai dalam negeri. Berdasarkan Suwandi (2016), proyeksi produksi kedelai nasional tahun 2015 hingga tahun 2020 sebesar 963.183ton, 885.575ton, 943.862,24 ton, 935.191,57 ton, 893.414,02 ton, dan 967.291,32 ton. Rata rata produksi kedelai nasional mengalami peningkatan sebesar 0,28% setiap tahunnya. Proyeksi kebutuhan kedelai tahun 2016-2019 juga terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Kebutuhan kedelai pada 2016-2019 secara berturut turut sebesar 2,58 juta ton 2,82 juta ton, 2,95 juta ton, dan 2,97 juta ton. Proyeksi kebutuhan kedelai rata rata mengalami pertumbuhan sebesar 6,41% setiap tahunnya.

Tingginya konsumsi dan rendahnya tingkat ketersediaan kedelai membuat pemerintah melakukan impor kedelai untuk memenuhi kebutuhan nasional. Hal ini menyebabkan harga kedelai dan produk olahan kedelai juga mengalami peningkatan termasuk pakan ikan. Tingginya harga bahan pakan akan berpengaruh terhadap biaya produksi dalam suatu usaha budidaya ikan. Menurut Wardono & Prabakusuma (2016) sebagian besar biaya yang dikeluarkan dalam suatu kegiatan budidaya ikan digunakan untuk penyediaan pakan yang jumlahnya sekitar 60% dari total biaya produksi. Harga pakan ikan yang terus mengalami peningkatan ini tidak diikuti dengan peningkatan nilai jual ikan, khususnya ikan air tawar yang harganya relatif stabil (Erlania, 2012), sehingga diperlukan upaya penggunaan bahan alternatif yang dapat mengurangi dan/atau mensubstitusi (mengganti) kedelai sebagai sumber protein nabati dan serat pada pakan ikan. Penggunaan bahan pakan tersebut diharapkan dapat menekan harga pakan.

Kayu apu (*Pistia striotes*) merupakan tumbuhan air yang belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan. Tumbuhan ini memiliki ketersediaan yang melimpah, kandungan nutrisi yang baik, dan penggunaannya tidak berkompetisi dengan konsumsi manusia. Namun kendala pemanfaatan kayu apu sebagai bahan pakan sama seperti produk hasil pertanian pada umumnya yaitu memiliki kandungan serat yang tinggi dan protein yang relatif rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan nutrisi tepung kayu apu terfermentasi dan mengetahui pengaruh substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi dalam pakan terhadap performa (sintasan, pertumbuhan, dan efisiensi pakan) nila merah (*Oreochromis sp.*).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2020 - Maret 2021 di Sub Laboratorium Ilmu Makanan Ikan, Laboratorium Akuakultur, Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada dan CV. Kelana Farming di Dusun Ngentak, Desa Sinduharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman.

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi, kolam terpal berukuran 1x1x0,5 m<sup>3</sup> sebanyak 12 buah sebagai media pemeliharaan, 12 set *aerator* sebagai penyedia oksigen dalam media, DO meter sebagai alat ukur oksigen terlarut, *Winkler method kit* sebagai alat titrasi pengukuran alkalinitas dan CO<sub>2</sub> bebas, termometer maksimum-minimum, jaring ikan, alat sampling panjang dan berat, selang sifon, pH meter sebagai alat ukur pH, dan paranet untuk menurunkan paparan sinar matahari, timbangan analitik yang berfungsi sebagai alat ukur berat, desikator sebagai penyerap uap air, oven untuk menurunkan kadar air, *muffle furnace* untuk pengukuran kadar abu, *Fat Extractor Unit Bucchi* untuk pengukuran kadar lemak, dan perangkat uji protein yang terdiri dari *Destillation Unit Bucchi*, *Scrubber Unit Bucchi*.

Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari nila merah berukuran panjang 7-9cm, tepung kayu apu, molases, larutan HNO<sub>3</sub>, N- Heksane, aquadest, katalisator (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: HgO (20 :1)), 0,02 N HCL, larutan asam borat 4%, indikator BCG-MR, larutan NaOH 60%, aquades, air tawar, kalium permanganat, larutan NaOH, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, indikator pp, indikator MO, probiotik komersial, tepung kedelai, tepung ikan, tepung tapioka, dedak, mineral mix (halus), minyak ikan, vitamin C (halus).

### Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuan tersebut:

- P0: substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi sebanyak 0%
- P1: substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi sebanyak 10%
- P2: substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi sebanyak 20%
- P3: substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi sebanyak 30%

### Tatalaksana Penelitian

#### Pembuatan Tepung Kayu Apu Terfermentasi

Tepung kayu apu terfermentasi dibuat dengan cara mengumpulkan kayu apu, kemudian dicuci hingga bersih dan ditiriskan. Fermentasi dilakukan dengan modifikasi metode fermentasi oleh Asriyanti *et al.*, (2018), yaitu dengan mencampurkan probiotik komersial sebanyak 1 ml dan molases sebanyak 1 ml ke dalam 100 ml aquades untuk fermentasi sebanyak 343,3 g. Fermentasi ini dilakukan pada suhu 29°C selama tujuh hari dalam kantong plastik. Setelah dilakukan fermentasi kemudian dikeringkan, dihaluskan dan diayak hingga homogen.

#### Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan pada tepung kayu apu terfermentasi dan pakan perlakuan yang diujikan. Metode analisis proksimat yang digunakan antara lain, analisis kadar protein kasar menggunakan metode mikro-kjeldahl, kadar lemak kasar menggunakan metode ekstraksi, kadar air menggunakan metode thermogravimetri, kadar abu menggunakan metode pengabuan kering, dan kadar serat kasar menggunakan metode pengabuan kering.

#### Penyusunan Formulasi Pakan

Tepung kedelai disubstitusi dengan tepung fermentasi kayu apu dengan persentase sebesar 0, 10, 20, dan 30 % dari jumlah penggunaan tepung kedelai dalam ransum pakan. Substitusi dilakukan dengan mencampur tepung kayu apu terfermentasi ke dalam ransum pakan sesuai dengan dosis yang akan diberikan pada ikan. Metode yang digunakan adalah dalam penyusunan ransum pakan penelitian ini adalah *Pearson's Square*.

Tabel 1. Formulasi ransum pakan

Nama bahan	Bahan			
	P0	P1	P2	P3
Tepung ikan	705,6	705,6	705,6	705,6
Tepung kedelai	705,6	635,04	564,48	493,92
Tepung kayu apu terfermentasi	0,0	70,56	141,12	211,68
Dedak	308,8	308,8	308,8	308,8
Tepung tapioka	200	200	200	200
Mineral mix	40	40	40	40
Vitamin C	20	20	20	20
Minyak ikan	20	20	20	20
Jumlah	2000	2000	2000	2000
Protein kasar (%)	30,95	30,14	29,34	28,53

#### Pembuatan Pakan

Bahan pakan yang akan digunakan dihaluskan dan diayak hingga homogen. Tiap-tiap bahan pakan ditimbang sesuai formulasi pakan, lalu dicampur menjadi satu. Pakan kemudian direkatkan menggunakan air panas sebanyak 10-20 % dari total bahan. Selanjutnya bahan pakan lainnya seperti minyak ikan, mineral mix, dan vitamin C ditambahkan dalam adonan. Adonan dicampur hingga menjadi lunak dan padat, kemudian dicetak menjadi pelet dengan ukuran 2 mm. Pelet dikeringkan di bawah sinar matahari selama 6-12 jam.

### Pemeliharaan Nila Merah

Pemeliharaan nila merah dilakukan selama 60 hari dengan menggunakan bak berukuran 1 x 1 x 0,5 m<sup>3</sup> sebanyak 12 buah. Bak yang akan digunakan terlebih dahulu dilakukan pengecekan kebocoran dan pembersihan. Bak didesinfeksi menggunakan Kalium permanganat (KMnO<sub>4</sub>) sebesar 2-4mg/L dengan lama perendaman 10-20jam (Kurniawan, 2012) untuk menghilangkan jamur, bakteri, dan senyawa berbahaya. Bak selanjutnya dibersihkan dan disusun sesuai dengan tempat yang sudah tersedia serta diberikan aerasi. Nila merah berukuran 7-9 cm ditebar dalam bak pemeliharaan dengan jumlah 20 ekor/bak. Sebelum benih ditebar, dilakukan aklimatisasi untuk menyesuaikan suhu air dengan ikan. Nila merah diberi pakan sebanyak dua kali sehari yaitu pada pagi hari pukul 08.00 dan 14.00 WIB dengan dosis sebanyak 3% berdasarkan persentase biomassa.

### Variabel Pengamatan

#### Sintasan

Penghitungan nilai sintasan nila merah dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100 \%$$

Keterangan :

SR: Sintasan (%)

Nt: Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

No: Jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

#### Pertumbuhan Mutlak Berdasarkan Berat

Pertumbuhan mutlak berdasarkan berat dihitung menggunakan rumus:

$$G = Wt - Wo$$

Keterangan:

G: pertumbuhan mutlak berdasarkan berat (g)

Wt: berat ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

Wo: berat ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

#### Pertumbuhan mutlak berdasarkan panjang

Pertumbuhan mutlak berdasarkan panjang dihitung menggunakan rumus:

$$G = Lt - Lo$$

Keterangan:

G: pertumbuhan mutlak panjang (cm)

Lt: panjang ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

Lo: panjang ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

#### Laju Pertumbuhan Spesifik Berdasarkan Berat

Laju pertumbuhan spesifik berdasarkan berat dihitung menggunakan rumus :

$$SGR = \frac{LnWt - LnWo}{T}$$

Keterangan:

SGR: laju pertumbuhan spesifik berdasarkan berat (%/hari)

Wt: berat rata rata ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

Wo: berat rata rata ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

Laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang

Laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang dihitung menggunakan rumus:

$$SGR = \frac{\ln L_t - \ln L_o}{T}$$

Keterangan:

SGR: laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang (%/hari)

L<sub>t</sub>: panjang rata rata ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

L<sub>o</sub>: panjang rata rata ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan dihitung menggunakan rumus:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

Keterangan:

F = Berat kering pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

W<sub>o</sub> = Berat ikan pada awal pengamatan (g)

W<sub>t</sub> = Berat ikan pada akhir pengamatan (g)

D = Berat ikan yang mati (g)

Efisiensi pakan

Efisiensi pakan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$EP = \frac{(W_t + D) - W_o}{F} \times 100 \%$$

Keterangan:

EP = Efisiensi pakan (%)

W<sub>t</sub> = Bobot ikan akhir (g)

W<sub>o</sub> = Bobot ikan awal (g)

D = Bobot ikan mati (g)

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi (g)

Rasio Efisiensi Protein

Rasio efisiensi protein (PER = *Protein Efficiency Ratio*) dihitung menggunakan rumus:

$$PER = \frac{W_t - W_o}{P_t}$$

Keterangan:

PER = *Protein Efficiency Ratio*

W<sub>t</sub> = Bobot total ikan uji pada akhir penelitian (g)

W<sub>o</sub> = Bobot total ikan uji pada awal penelitian (g)

P<sub>t</sub> = Jumlah protein pakan yang dikonsumsi (g)

**HASIL**

Tabel 2. Kandungan nutrisi tepung kayu apu terfermentasi

Kandungan nutrisi	kayu apu fermentasi penelitian
Air (%)	8,80±0,00
Abu (%)	34,5±1,84
Lemak (%)	3,12±0,09
Protein (%)	15,07±0,08
Karbohidrat (%)	38,51±2,77
Serat Kasar(%)	33,9±0,04

Tabel 3. Kandungan nutrisi pakan perlakuan

Kandungan nutrisi	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Protein (%)	31,32±0,67	23,03±3,47	22,76±0,31	17,31±0,18
Lemak (%)	5,95±0,04	5,33±0,10	5,21±0,09	5,67±0,16
Abu (%)	11,57±0,13	12,93±0,11	13,06±0,17	13,9±0,31
Serat kasar (%)	28,16±0,16	34,06±0,06	34,44±0,08	33,51±0,05
Air (%)	12,45±0,26	9,77±0,33	11,1±0,14	10,98±0,28
Karbohidrat (%)	38,71±1,10	48,94±4,01	47,87±0,71	52,14±0,93

**Sintasan**

Sintasan nilai merah selama pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 4.

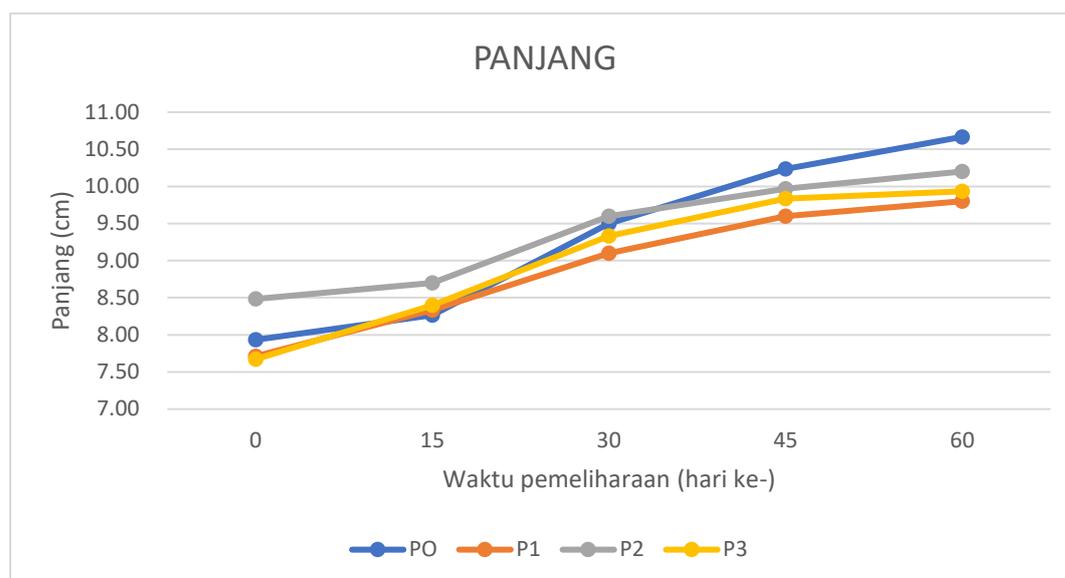
Tabel 4. Sintasan nilai merah (%)

Perlakuan	Ulangan			Rerata±SD
	1	2	3	
P0	85	90	95	90±5,00 <sup>a</sup>
P1	85	95	90	90±5,00 <sup>a</sup>
P2	95	90	80	88,3±7,64 <sup>a</sup>
P3	90	75	90	85±8,66 <sup>a</sup>

Berdasarkan hasil uji ANOVA (*Analysis of varians*) dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% ( $P < 0,05$ ) diketahui bahwa tidak terdapat beda nyata untuk semua perlakuan. Nilai sintasan nilai merah berkisar antara 85±8,66% sampai dengan 90±5,00%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pakan tidak mempengaruhi sintasan nilai merah.

**Pertambahan Panjang Nilai Merah Selama Pemeliharaan**

Pertambahan panjang nilai merah selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai merah pada tiap-tiap perlakuan mengalami pertambahan panjang. Pertambahan panjang tertinggi terdapat pada perlakuan P0 dengan rerata sebesar 10,67 cm, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan P1 dengan rerata sebesar 9,80 cm.



Gambar 1. Pertambahan panjang nila merah selama pemeliharaan

#### Pertumbuhan Mutlak Berdasarkan Panjang

Pertumbuhan mutlak nila merah berdasarkan panjang yang diuji dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of varians*) pada tingkat kepercayaan 95% ( $P < 0,05$ ) menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Perlakuan P0 menghasilkan pertumbuhan mutlak berdasarkan panjang tertinggi yaitu sebesar  $3,97 \pm 0,22$  cm, pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang terendah pada perlakuan P1 sebesar  $2,09 \pm 0,18$  cm, pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang pada perlakuan P2 sebesar  $2,31 \pm 0,02$  cm, dan pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang pada perlakuan P3 sebesar  $2,26 \pm 0,36$  cm. Hasil *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan pertumbuhan mutlak panjang nila merah pada perlakuan 0% berbeda nyata dengan perlakuan 10%, 20%, dan 30% tetapi pertumbuhan mutlak panjang 10%, 20%, dan 30% tidak saling berbeda nyata.

Tabel 5. Pertumbuhan mutlak berdasarkan panjang nila merah

Perlakuan	Ulangan			Rerata $\pm$ SD
	1	2	3	
P0	4,06	3,72	4,13	$3,97 \pm 0,22^a$
P1	2,29	1,94	2,04	$2,09 \pm 0,18^b$
P2	2,33	2,30	2,31	$2,31 \pm 0,02^b$
P3	2,58	2,33	1,88	$2,26 \pm 0,36^b$

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,05$ )

#### Laju Pertumbuhan Spesifik Berdasarkan Panjang

Laju pertumbuhan spesifik nila merah berdasarkan panjang disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan hasil uji statistik, laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang menunjukkan hasil beda nyata di antara perlakuan. Perlakuan P0 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang tertinggi yaitu sebesar  $0,68 \pm 0,03$  %/hari. Perlakuan P1 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang terendah yaitu sebesar  $0,40 \pm 0,04$  %/hari. Hasil *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan

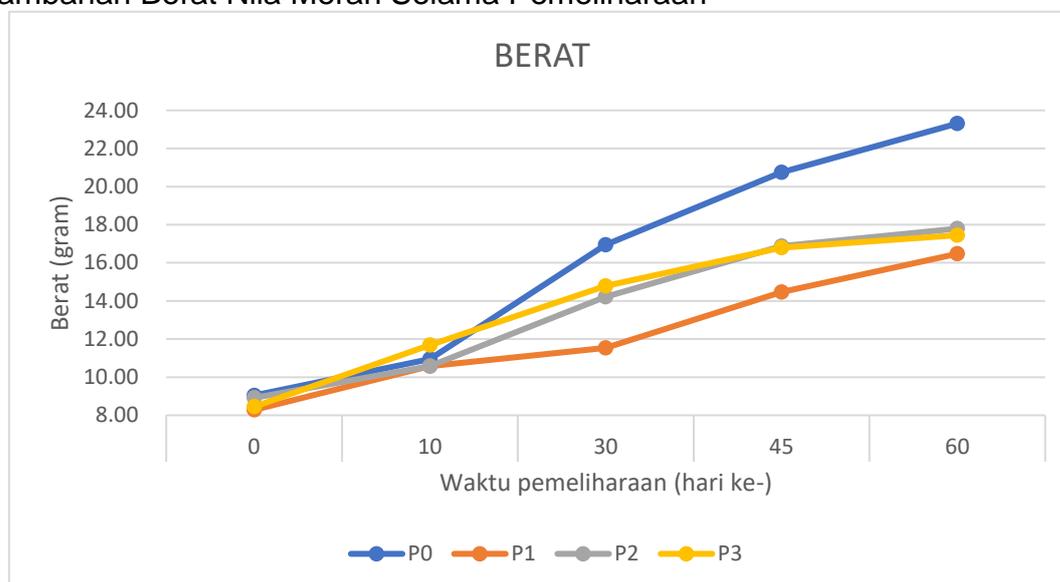
bahwa laju pertumbuhan spesifik berdasarkan panjang nila merah pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2 dan P3, tetapi pertumbuhan mutlak berdasarkan panjang pada perlakuan P1, P2, dan P3 tidak saling berbeda nyata.

Tabel 6. Laju pertumbuhan spesifik nila merah berdasarkan panjang (%/hari)

Perlakuan	Ulangan			Rerata±SD
	1	2	3	
P0	0,69	0,64	0,69	0,68±0,03 <sup>a</sup>
P1	0,44	0,38	0,38	0,40±0,04 <sup>b</sup>
P2	0,44	0,42	0,43	0,43±0,01 <sup>b</sup>
P3	0,48	0,45	0,36	0,43±0,06 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P<0,05$ )

#### Pertambahan Berat Nila Merah Selama Pemeliharaan



Gambar 2. Pertambahan berat nila merah selama pemeliharaan

Pertambahan berat nila merah selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa tiap-tiap perlakuan mengalami pertambahan berat. Pertambahan berat tertinggi terdapat pada perlakuan P0 yang memiliki rerata berat awal sebesar 9,04 g dan mencapai rerata berat di akhir waktu pemeliharaan yaitu sebesar 23,31g. Perlakuan P1 mengalami pertambahan berat dari 8,28 g menjadi 16,47 g dan merupakan perlakuan yang mengalami pertambahan berat terendah. Perlakuan P2 mengalami pertambahan rerata berat dari 8,81 g diawal pemeliharaan menjadi 17,79 g di akhir pemeliharaan, sementara perlakuan P3 mengalami peningkatan rerata dari 8,45 g pada awal pemeliharaan menjadi 17,45 g di akhir masa pemeliharaan.

#### Pertumbuhan Mutlak Nila Merah Berdasarkan Berat

Pertumbuhan mutlak berdasarkan berat dapat dilihat pada Tabel 6. Pertumbuhan mutlak nila merah berdasarkan berat yang diuji dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of varians*) pada tingkat kepercayaan 95% ( $P<0,05$ ) menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Perlakuan P0 diperoleh hasil pertumbuhan mutlak berat tertinggi yaitu

sebesar  $16,71 \pm 1,73$  g sementara pertumbuhan mutlak berat terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu sebesar  $8,19 \pm 0,87$  g. Hasil *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan pertumbuhan mutlak berdasarkan berat pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3, tetapi pertumbuhan mutlak berdasarkan berat pada perlakuan P1, P2, dan P3 tidak saling berbeda nyata.

Tabel 7. Pertumbuhan mutlak nila merah berdasarkan berat (g)

Perlakuan	Ulangan			Rerata $\pm$ SD
	1	2	3	
P0	16,695	14,985	18,45	$16,71 \pm 1,73^a$
P1	7,83	7,56	9,18	$8,19 \pm 0,87^b$
P2	8,82	9,27	8,50	$8,86 \pm 0,39^b$
P3	10,58	9,18	7,25	$9,00 \pm 1,67^b$

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,05$ )

#### Laju Pertumbuhan Spesifik Nila Merah Berdasarkan Berat

Laju pertumbuhan spesifik nila merah berdasarkan berat disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan hasil uji statistik, laju pertumbuhan spesifik berdasarkan berat menunjukkan berbeda nyata di antara perlakuan. Perlakuan P0 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik tertinggi yaitu sebesar  $1,74 \pm 0,06$  %/hari. Perlakuan P1 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik panjang terendah yaitu sebesar  $1,15 \pm 0,00$  %/hari. Hasil *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan laju pertumbuhan spesifik berdasarkan berat nila merah pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2 dan P3, sementara laju pertumbuhan spesifik berat pada perlakuan P1, P2 dan P3 tidak berbeda nyata.

Tabel 8. Laju pertumbuhan spesifik nila merah berdasarkan berat (%/hari)

Perlakuan	Ulangan			Rerata $\pm$ SD
	1	2	3	
P0	1,76	1,67	1,79	$1,74 \pm 0,06^a$
P1	1,15	1,14	1,15	$1,15 \pm 0,00^b$
P2	1,24	1,11	1,11	$1,15 \pm 0,08^b$
P3	1,30	1,27	1,04	$1,20 \pm 0,14^b$

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,05$ )

#### Rasio Konversi Pakan

Nilai rasio konversi pakan nila merah disajikan pada Tabel 8. Berdasarkan hasil uji statistik, rasio konversi pakan berbeda nyata di antara perlakuan. Perlakuan P0 memiliki rasio konversi pakan sebesar  $1,49 \pm 0,28$ . Perlakuan P1 dan P2 sebesar  $2,31 \pm 0,09$  dan  $2,40 \pm 0,22$ . Perlakuan P3 menghasilkan rasio konversi pakan terendah yaitu sebesar  $2,44 \pm 0,19$ . Hasil *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan rasio konversi pakan nila merah pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3.

Tabel 9. Rasio konversi pakan nila merah

Perlakuan	Ulangan			Rerata±SD
	1	2	3	
P0	1,19	1,72	1,57	1,49±0,28 <sup>a</sup>
P1	2,33	2,39	2,21	2,31±0,09 <sup>b</sup>
P2	2,16	2,45	2,59	2,40±0,22 <sup>b</sup>
P3	2,24	2,44	2,62	2,44±0,19 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P<0,05$ )

#### Efisiensi Pakan

Nilai efisiensi pakan nila merah disajikan pada Tabel 9. Berdasarkan hasil uji statistik, nilai efisiensi pakan berbeda nyata di antara perlakuan. Perlakuan P0 memiliki nilai efisiensi pakan sebesar  $56,35\pm 8,36$ . Perlakuan P3 menghasilkan nilai efisiensi pakan terendah sebesar  $41,22\pm 3,25$ . Hasil *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan nilai efisiensi pakan nila merah pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2 dan P3, sementara pada perlakuan P1, P2, dan P3 tidak berbeda nyata.

Tabel 10. Efisiensi pakan nila merah

Perlakuan	Ulangan			Rerata±SD
	1	2	3	
P0	47,27	58,07	63,72	56,35±8,36 <sup>a</sup>
P1	42,96	41,92	45,33	43,40±1,75 <sup>a</sup>
P2	46,33	40,85	38,89	42,02±3,86 <sup>a</sup>
P3	44,58	40,97	38,10	41,22±3,25 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P<0,05$ )

#### Rasio Efisiensi Protein

Nilai rasio efisiensi protein nila merah disajikan pada Tabel 10. Berdasarkan hasil uji statistik, rasio efisiensi protein tidak berbeda nyata di antara perlakuan. Rasio efisiensi protein tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar  $2,31\pm 0,18$ , sedangkan rasio efisiensi protein terendah terdapat pada perlakuan P2 sebesar  $1,84\pm 0,17$ .

Tabel 11. Rasio efisiensi protein nila merah

Perlakuan	Ulangan			Rerata±SD
	1	2	3	
P0	2,73	1,88	2,06	2,22±0,45 <sup>a</sup>
P1	1,87	1,82	1,97	1,88±0,08 <sup>a</sup>
P2	2,04	1,79	1,70	1,84±0,17 <sup>a</sup>
P3	2,50	2,30	2,14	2,31±0,18 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P<0,05$ )

#### Kualitas Air

Kualitas air pada pemeliharaan nila merah disajikan pada Tabel 11. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, alkalinitas, karbondioksida

bebas, dan amoniak. Kualitas air pada pemeliharaan nila merah secara umum berada pada kisaran optimal untuk kegiatan budidaya nila. Namun parameter suhu, CO<sub>2</sub> bebas, dan amonia berada diluar kisaran optimal.

Tabel 12. Kualitas air selama pemeliharaan

Parameter	Kisaran	Pustaka
Suhu (°C)	23-32	25-32 <sup>(1)</sup>
pH	7,0-7,7	6,5-9,0 <sup>(2)</sup>
DO (mg/L)	5,28-18,43	>5 <sup>(3)</sup>
Alkalinitas (mg/L)	44-76	20-200 <sup>(4)</sup>
CO (mg/L)	0-47	1-10 <sup>(5)</sup>
Amoniak (mg/L)	0,0007-0,32	<0,2 <sup>(6)</sup>

Sumber : <sup>(1)</sup>Shoko *et al.*, 2014<sup>(1)</sup>, <sup>(2)</sup>Wurts & Durbow (1992), <sup>(3)</sup>Lukman *et al.*, (2014), <sup>(4)</sup>Effendi (2003), <sup>(5)</sup>Boyd & Tucker (1998), <sup>(6)</sup>(Amri & Khairuman, 2007)

## PEMBAHASAN

Kandungan nutrisi tepung kayu apu terfermentasi menggunakan probiotik komersial tercantum pada Tabel 1. Kandungan nutrisi yang diperoleh dari studi pustaka yang menggunakan bahan penelitian berupa kayu apu menunjukkan hasil yang bervariasi. Kadar abu yang tinggi pada tepung kayu apu terfermentasi menunjukkan tingginya mineral yang terdapat didalamnya (Siano *et al.*, 2016). Selain itu, kadar serat kasar tepung kayu apu terfermentasi juga masih tinggi. Serat kasar ini merupakan komponen penyusun dinding sel tumbuhan dan terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Kadar protein pada hasil fermentasi kayu apu tergolong rendah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi pada media, strain, isolat atau *clone* (Sitompul *et al.*, 2020).

Tepung kayu apu terfermentasi mengandung kadar air sebesar 8,80±0,00%, lemak sebesar 3,12±0,09%, protein sebesar 15,07±0,08%, karbohidrat 38,51±2,77%, abu sebesar 34,5±1,84%, dan serat kasar sebesar 33,9±0,04% (Tabel 2). Kayu apu memiliki kadar air yang sangat tinggi seperti tumbuhan air pada umumnya (Boyd, 1969). Kadar protein pada tepung kayu apu terfermentasi mengalami peningkatan setelah proses fermentasi. Tepung kayu apu terfermentasi berdasarkan hasil uji proksimat memiliki kandungan protein sebesar 15,07±0,08% sementara tepung kayu apu tanpa fermentasi menurut Wasagu *et al.*, (2014) memiliki kadar protein kasar sebesar 6,96±0,13%. Peningkatan protein sebesar 216% pada tepung kayu apu terfermentasi disebabkan oleh aktivitas enzimatis sel fermentor. proses tersebut diawali dari hidrolisis pati menjadi gula yang akan dimanfaatkan oleh kapang menjadi sumber karbohidrat untuk pertumbuhan biomassa kapang. Protein akan meningkat seiring dengan peningkatan biomassa kapang yang banyak mengandung protein (Aslamiyah *et al.*, 2017). Kadar abu menggambarkan jumlah mineral atau bahan anorganik. Kadar abu dalam tepung kayu apu terfermentasi sebesar 34,5±1,84% relatif lebih rendah dibandingkan tepung kayu apu tanpa fermentasi yaitu sebesar 35,2±1,56%. Kadar abu kayu apu yang tergolong tinggi ini disebabkan karena kemampuan kayu apu yang dapat menyerap mineral yang terdapat pada perairan (Humaida *et al.*, 2016). Selain itu tingginya kadar abu juga dapat dimungkinkan berasal dari sisa-sisa pembersihan berupa lumpur yang masih tertinggal (Tucker &

Debusk, 1981). Kadar lemak kasar pada tepung kayu apu terfermentasi mengalami peningkatan yaitu sebesar  $3,12 \pm 0,09\%$  sedangkan kadar lemak kasar pada tepung kayu apu tanpa fermentasi yaitu sebesar  $2,17 \pm 0,29$ . Peningkatan kadar lemak kasar pada tepung kayu apu terfermentasi dapat disebabkan oleh biomassa organisme fermentor yang mengandung memiliki kandungan lemak (Fariani & Akhadiarto, 2009). Selain itu kapang jenis *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat dalam EM4 yang digunakan dalam fermentasi dapat mensintesis asam lemak sehingga dimungkinkan terjadi peningkatan kadar lemak kasar pada tepung kayu apu terfermentasi (Nayak *et al.*, 1987). Kadar serat kasar pada tepung kayu apu terfermentasi sebesar  $33,9 \pm 0,04\%$  sementara tepung kayu apu menurut Wasagu *et al.*, 2014 hanya memiliki kadar serat kasar sebesar  $17,5 \pm 0,87\%$ . Tingginya kadar serat kasar berasal dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan penyusun dari dinding sel dan tidak dipengaruhi oleh kandungan nutrisi pada media (Teye *et al.*, 2015). Perbedaan hasil serat kasar tepung kayu apu fermentasi yang lebih tinggi dibandingkan tanpa fermentasi dapat disebabkan oleh perombakan oleh serat oleh bakteri asam laktat yang tidak terjadi yang dapat diakibatkan substrat dan lingkungan. Selain perbedaan kandungan serat kasar pada tumbuhan dapat dipengaruhi oleh waktu pemanenan atau usia tanaman (Stallcup, 1958).

Pada Tabel 3. Perlakuan P0 memiliki kadar protein tertinggi yaitu sebesar  $31,32 \pm 0,67\%$ . Kadar protein kasar pada perlakuan P1 dan P2 sebesar  $23,03 \pm 3,47\%$  dan  $22,76 \pm 0,31\%$ . Kadar protein terendah terdapat pada perlakuan P3 yaitu sebesar  $17,31 \pm 0,18\%$ . Semua perlakuan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan persentase substitusi. Penurunan ini dapat dimungkinkan terjadi karena protein pada kayu apu lebih rendah dibandingkan dengan kadar protein dalam tepung kedelai. Kadar protein tepung kayu apu terfermentasi sebesar  $15,07 \pm 0,08\%$  sedangkan pada tepung kedelai sebesar  $37,95 \pm 0,06\%$ . Substitusi tepung kedelai yang memiliki kadar protein tinggi dengan tepung kayu apu terfermentasi yang memiliki protein lebih rendah akan menurunkan kadar protein dalam pakan. Hal ini dibuktikan dengan perlakuan P0 yang memiliki kadar protein tertinggi, sementara kadar protein pada pakan terendah terdapat pada perlakuan P3. Kadar protein optimum pada pakan nila pembesaran 1 yaitu 28-35% (SNI, 2009). Pakan uji perlakuan P0 memiliki kadar protein optimum untuk nila merah, sementara pakan uji dengan perlakuan P1, P2 dan P3 berada di bawah kisaran optimum untuk budidaya nila merah. Menurut Halver & Hardy (2002), ikan yang diberi pakan dengan pakan yang tidak mengandung protein atau mengandung protein yang rendah akan berdampak pada pertumbuhan yang terhambat.

Lemak dalam pakan berfungsi sebagai sumber energi yang membantu meningkatkan performa pertumbuhan dengan cara memaksimalkan penggunaan protein untuk pembentukan jaringan (Halver & Hardy, 2002). Kadar lemak pada pakan uji tidak berbeda jauh pada masing-masing perlakuan. Kadar lemak pakan uji berkisar antara  $5,21 \pm 0,09\%$  sampai dengan  $5,95 \pm 0,04\%$ . Kadar optimum lemak pada pakan menurut SNI (2009) berkisar antara 6-8%. Kadar lemak pakan uji mendekati kisaran optimum kadar lemak dalam pakan. Kadar lemak yang terlalu tinggi dalam pakan akan berpengaruh terhadap daya simpan pakan.

Kadar air yang tinggi dalam pakan akan berpotensi untuk berkembangnya mikrobia. Penambahan air digunakan dalam proses pembuatan untuk mempermudah pencampuran bahan pakan, pemasakan, dan pencetakan. Setelah proses pencetakan kadar air dalam pakan berkisar antara 18-23% kemudian dikeringkan hingga mencapai kurang dari 11%. Kadar air yang terlalu tinggi juga akan menurunkan tingkat kekerasan pakan (Halver & Hardy, 2002). Selain itu, menurut Gunawan &

Khalil (2015), kadar air yang terlalu tinggi akan menurunkan daya simpan pakan karena pakan akan cepat rusak dan mengalami ransiditas. Kadar air optimum pakan ikan menurut SNI (2006) yaitu kurang dari 12%. Hasil pengukuran kadar air pakan uji diperoleh pakan untuk perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki kadar air kurang dari 12%, sementara pakan perlakuan P0 berada pada batas atas nilai optimum kadar air yaitu sebesar  $12,45 \pm 0,26\%$ .

Abu merupakan bahan anorganik dalam bentuk oksida, garam, dan mineral dari sisa pembakaran bahan organik (Gunawan & Khalil, 2015). Konsumsi pakan yang memiliki kadar abu yang terlalu tinggi akan menimbulkan dampak negatif. Menurut Shearer *et al.*, (1992), ikan yang mengkonsumsi pakan yang memiliki kadar abu yang tinggi akan meningkatkan mortalitas, penurunan performa pertumbuhan, dan menimbulkan penyakit seperti katarak dan ketidaknormalan rangka. Kadar abu yang optimal pada pakan menurut SNI (2006) kurang dari sama dengan 13%. Berdasarkan hasil pengukuran, kadar abu pakan uji perlakuan P0 dan P1 berada pada kisaran optimum yaitu sebesar  $11,57 \pm 0,13\%$  dan  $12,93 \pm 0,11\%$ . Pakan pada perlakuan P2 dan P3 memiliki kadar abu yang berada pada batas atas kisaran optimum yaitu sebesar  $13,06 \pm 0,17\%$  dan  $13,9 \pm 0,31\%$ . Hal ini disebabkan karena tepung kayu apu terfermentasi memiliki kadar abu yang tinggi. Peningkatan kadar abu pada pakan uji dalam penelitian ini juga berbanding lurus dengan peningkatan penggunaan tepung fermentasi kayu apu.

Kadar serat kasar berasal dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan penyusun dari dinding sel (Teye *et al.*, 2015). Serat kasar diperlukan dalam pakan untuk meningkatkan gerak peristaltik. Kadar serat kasar optimal pakan ikan yaitu 8-12% (Pandey, 2013). Berdasarkan hasil uji, kadar serat kasar terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu sebesar  $28,16 \pm 0,16\%$ . Kadar serat kasar pada perlakuan P1 sebesar  $34,06 \pm 0,06\%$ , perlakuan P2 sebesar  $34,44 \pm 0,08\%$ , dan substitusi 30% yaitu sebesar  $33,51 \pm 0,05\%$ . Tingginya kadar serat kasar dapat disebabkan karena penyusunan pakan banyak menggunakan bahan nabati. Serat kasar yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan tingkat pencernaan pakan dan penurunan pertumbuhan

Karbohidrat merupakan nutrisi penting dalam pakan yang berperan sebagai sumber energi non protein. Adanya sumber energi non protein akan memaksimalkan penggunaan protein untuk pertumbuhan. Namun, tidak terdapat persyaratan mengenai kisaran jumlah tertentu yang harus terdapat dalam suatu pakan. Hal ini disebabkan karena penggunaan karbohidrat dalam pakan akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda tergantung jenis ikan. Secara umum, ikan omnivora akan lebih baik dalam menerima pakan yang memiliki kadar karbohidrat tinggi jika dibandingkan dengan karnivora. Ikan air tawar yang hidup di perairan bersuhu hangat juga lebih baik dalam memanfaatkan pakan yang mengandung karbohidrat yang tinggi dibandingkan jenis ikan yang hidup di perairan dingin atau jenis ikan laut. Selain itu, pemanfaatan karbohidrat berkaitan dengan kebiasaan makan dan gabungan dengan nutrisi lain yang akan meningkatkan kualitas pakan dan performa pertumbuhan (Orire & Sadiku, 2014). Kadar karbohidrat dalam pakan uji memiliki rentang yang cukup lebar yaitu 38-52%. Kadar karbohidrat terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu sebesar  $38,71 \pm 1,10\%$  dan tertinggi pada perlakuan P3 yaitu sebesar  $52,14 \pm 0,93\%$ . Menurut Wilson (1994), kadar karbohidrat optimum untuk pertumbuhan ikan nila yaitu sebesar 40%. Perlakuan P0 merupakan perlakuan yang paling mendekati kisaran optimum karbohidrat dalam pakan. Perlakuan P1, P2 dan P3 memiliki kadar karbohidrat melebihi kisaran optimal untuk pertumbuhan ikan nila. Kadar karbohidrat berlebih

pada pakan berdampak pada penumpukan lemak pada tubuh ikan (Likimani & Wilson, 1982).

Menurut SNI (2009), sintasan merupakan persentase jumlah ikan yang hidup saat panen dibandingkan dengan jumlah ikan yang ditebar. Menurut SNI (2009), pada fase pembesaran 1 dari penebaran benih berukuran 8-12 cm nilai sintasan optimum yaitu sebesar 80%. Nilai sintasan nila merah dalam penelitian berkisar antara  $85 \pm 8,66$  -  $90 \pm 5,00\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa sintasan sesuai dengan SNI (2009) dan berada pada nilai optimum. Menurut Hopher (1980), sintasan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal, seperti jenis kelamin, umur, aktivitas reproduksi, penyakit, kualitas air, kepadatan dan nutrisi, sedangkan menurut Widiyatmoko et al. (2019), sintasan dipengaruhi oleh kualitas air, nutrisi pakan, umur, lingkungan, dan kondisi kesehatan ikan.

Parameter pertumbuhan nila merah yang diukur terdiri dari pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik berdasarkan berat dan panjang. Hasil pengukuran dan uji statistik pada parameter pertumbuhan baik berdasarkan berat maupun panjang diperoleh hasil yang sama yaitu terjadi penurunan pertumbuhan pada perlakuan P1, P2, dan P3. Perlakuan P0 menghasilkan pertumbuhan nila merah paling baik. Pertumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor baik internal maupun eksternal. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan yaitu kualitas air sedangkan faktor internal meliputi jenis kelamin, umur, berat, kematangan, aklimatisasi (Hoar *et al.*, 1979)

Performa pertumbuhan ikan nila pada penelitian mengalami penurunan pada perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi dibandingkan perlakuan tanpa substitusi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan nutrisi pada pakan uji. Hasil uji proksimat menunjukkan pada perlakuan P0 diperoleh kadar serat kasar terendah. Peningkatan kadar serat kasar yang tinggi pada perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung fermentasi kayu apu disebabkan karena tepung fermentasi kayu apu memiliki kadar serat kasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kedelai. Kadar serat kasar yang tinggi akan menurunkan pertumbuhan ikan. Selain itu, perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi juga menyebabkan terjadinya penurunan kadar protein kasar seiring dengan peningkatan dosis substitusinya. Hal ini disebabkan karena kadar protein dalam tepung kayu apu terfermentasi lebih rendah dibandingkan dengan tepung kedelai. Menurut Halver & Hardy (2002), kadar protein yang rendah dalam pakan akan menghambat pertumbuhan. Dengan demikian, penurunan performa pertumbuhan pada pakan perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi disebabkan oleh substitusi tepung kedelai yang memiliki kadar protein tinggi dan rendah serat dengan tepung kayu apu terfermentasi yang tinggi serat kasar dan rendah protein kemudian menyebabkan penurunan kadar protein dan peningkatan kadar serat seiring dengan peningkatan dosis substitusi.

Rasio konversi pakan (FCR) didefinisikan sebagai kemampuan untuk mengkonversi pakan yang dikonsumsi untuk meningkatkan berat tubuh. Nilai FCR diperoleh dari rasio antara pakan yang dikonsumsi dengan peningkatan berat tubuh (Rodde *et al.*, 2020). FCR pada ikan nila merah yang diberi pakan dengan perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi mengalami peningkatan. Nilai FCR pada perlakuan P1, P2 dan P3 tidak beda nyata satu dengan yang lainnya, tetapi berbeda nyata dengan FCR pada perlakuan P0. Nilai FCR tertinggi terdapat pada perlakuan P0. Tingginya nilai FCR pada perlakuan P1, P2 dan P3 dapat diartikan terjadi peningkatan nilai FCR nila merah akibat perlakuan substitusi. Faktor yang mempengaruhi nilai FCR menurut Barrows & Hardy (2001) meliputi kepadatan, umur, suhu air, dan pakan. Selain itu, kadar serat kasar yang

tinggi dalam pakan juga akan berpengaruh pada penurunan pertumbuhan dan rasio pemanfaatan protein pada ikan nila (Maina *et al.*, 2002). Senyawa anti nutrien yang umumnya terdapat pada bahan nabati termasuk tumbuhan kayu apu juga memiliki dampak negatif yaitu menurunkan tingkat palatabilitas dan konsumsi pakan (Velasquez *et al.*, 2014). Senyawa anti nutrien dapat diminimalisir dengan proses fermentasi. Salah satu jenis bakteri yang terdapat dalam EM4 yang digunakan dalam fermentasi yaitu *Lactobacillus casei* yang merupakan kelompok bakteri asam laktat. Fermentasi menggunakan bakteri asam laktat menurut Pasquale *et al.*, (2018) dapat digunakan untuk menurunkan atau menghilangkan senyawa anti nutrien.

Efisiensi pakan merupakan perbandingan antara nilai pertumbuhan dengan tingkat konsumsi pakan. Semakin tinggi nilai efisiensi pakan maka semakin efisien ikan dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsi untuk pertumbuhan (Iskandar & Elrifadah, 2015). Efisiensi pakan nila merah yang diberi perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung fermentasi kayu apu sebanyak 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan terdapat kesamaan tingkat pencernaan pakan. Pencernaan pakan yang tinggi akan menyebabkan tingkat penyerapan tinggi. Tingkat penyerapan nutrien yang tinggi juga akan menghasilkan nilai pemanfaatan pakan yang tinggi. Hal ini menurut Andriani *et al.*, (2018) disebabkan karena semakin tinggi nutrien pakan yang diserap atau disimpan maka akan meningkatkan laju pertumbuhan sehingga efisiensi pakan akan tinggi.

Rasio efisiensi protein akan dipengaruhi oleh kadar protein dalam pakan. Kadar protein yang sesuai akan meningkatkan rasio efisiensi protein. Nilai rasio efisiensi protein tertinggi terdapat pada perlakuan substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi yaitu sebesar  $2,31 \pm 0,18$ . Namun berdasarkan hasil uji statistik, nilai rasio efisiensi protein tidak terdapat beda nyata. Hal ini dapat disebabkan oleh pakan dengan dosis substitusi yang berbeda cenderung memiliki tingkat pencernaan yang sama. Tingkat pencernaan pakan dan pencernaan protein akan mempengaruhi tingkat pemanfaatan oleh ikan. Semakin tinggi tingkat pencernaan protein maka semakin tinggi protein yang dimanfaatkan oleh tubuh makan rasio efisiensi protein semakin tinggi (Winarti *et al.*, 2017).

Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu air, pH, oksigen terlarut, alkalinitas CO<sub>2</sub> dan amoniak. Kisaran suhu pada masing masing perlakuan yaitu antara 23<sup>o</sup>C-33<sup>o</sup>C dengan rata rata sebesar 27,07<sup>o</sup>C. Kisaran suhu pada kolam pemeliharaan berada sedikit diluar kisaran suhu optimal untuk kegiatan budidaya ikan yaitu 25-32<sup>o</sup>C (Shoko *et al.*, 2014). Derajat keasaman (pH) air bak pemeliharaan berdasarkan hasil pengukuran diketahui memiliki kisaran pH sebesar 7,0-7,7 dan berada pada kisaran pH optimal menurut Wurts & Durbow (1992) yaitu antara 6,5-9,0. hal ini menunjukan bahwa pH air masih berada pada kondisi optimum untuk kegiatan budidaya. Kadar CO<sub>2</sub> bebas berdasarkan pengukuran berkisar antara 4-20mg/L. Menurut Boyd & Tucker (1998) kisaran toleransi CO<sub>2</sub> bebas yaitu 1-10mg/L. hal ini menunjukan bahwa CO<sub>2</sub> bebas rata rata pada bak pemeliharaan masih berada pada kondisi optimum namun fluktuasi CO<sub>2</sub> bebas selama pemeliharaan diatas kisaran optimal. CO<sub>2</sub> bebas yang terlalu tinggi dalam suatu perairan jarang menyebabkan keracunan pada ikan tetapi akan berpengaruh terhadap penurunan pH dan kemampuan sel darah merah pada ikan untuk mengikat oksigen. kandungan oksigen terlarut pada masing masing perlakuan juga berada pada kisaran optimum untuk budidaya ikan yaitu minimal 5mg/L (Lukman *et al.*, 2014). Alkalinitas pada masing masing media pemeliharaan berada pada kisaran optimum untuk kegiatan budidaya ikan yaitu <500 mg/L (Effendi, 2003). Konsentrasi rata rata amoniak pada bak pemeliharaan masih berada pada kisaran optimum ammonia untuk kegiatan budidaya

yaitu 0,0007-0,32mg/L. kisaran amonial pada kolam pemeliharaan melebihi kisaran amonika yang optimal untuk kegiatan budidaya yaitu <0,2 mg/L (Amir & Khairuman, 2007). Ammonia yang tinggi pada media pemeliharaan akan menyebabkan ikan mengalami stress dan kerusakan insang (Shoko *et al.*, 2014).

### KESIMPULAN

- 1) Tepung kayu apu terfermentasi mengandung kadar air sebesar  $8,80 \pm 0,00\%$ , abu sebesar  $34,5 \pm 1,84\%$ , lemak sebesar  $3,12 \pm 0,09\%$ , protein kasar sebesar  $15,07 \pm 0,08\%$ , karbohidrat sebesar  $38,51 \pm 2,77\%$ , dan serat kasar sebesar  $33,9 \pm 0,04\%$ .
- 2) Substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi dalam pakan sebanyak 10%, 20%, dan 30% justru menyebabkan penurunan pertumbuhan mutlak berdasarkan panjang dan berat, laju pertumbuhan spesifik panjang dan berat, rasio konversi pakan.
- 3) Substitusi tepung kedelai dengan tepung kayu apu terfermentasi dalam pakan tidak berpengaruh terhadap sintasan, efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aldilah, Rizma. (2015). Proyeksi Produksi dan Konsumsi Kedelai Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 8(1), 9-23
- Amri K., dan Khairuman. (2007). *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Andriani Y., Setiawati M., dan Sunarmo M. T. D. (2018). Kecernaan Pakan Dan Kinerja Pertumbuhan, Yuwana Ikan Gurami, (*Osphronemus Gorami*, Icepede 1801) yang Diberi Pakan Dengan Penambahan Glutamin. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1), 1-11
- Aslamiyah A., Muhammad K. Y., dan Badraeni. (2017). Fermentasi Tepung Rumput Laut Dengan Berbagai Fermentor Untuk Meningkatkan Kualitas Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16(1), 8-14
- Asriyanti I. N., Johannes H., dan Vivi E. H. (2018). Pengaruh Penggunaan Tepung *Lemna* sp. Terfermentasi Pada Pakan Buatan Terhadap Tingkat Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, Dan Kelulusuhidupan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(1), 783-798
- Barrows P. A. and Hardy. (2001). *Probiotic for Chickens*. In: *Probiotic The Scientific Basis*. Chapman & Hall. London
- Boyd C. E., dan Tucker C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publisher. Amsterdam
- Boyd, Claude E. (1969). *Nurtitive Value of Three Species Of Water Weeds*. New York Botanical Garden Press. New York
- Effendi, Hefni. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Erlania. (2012). Eksistensi Industri Tepung Ikan di Kota Tegal, Jawa Tengah. *Media Akuakultur*, 7(1), 39-43
- Fariani A. dan Sindhu Akhardito. (2009). Respon Penambahan Effective Microorganism-4 (Em4) Terhadap Kualitas Nutrisi Fermentasi Limbah Bagasse Tebu Untuk Pakan Ternak. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(3), 241-248
- Gunawan & Khalil M. (2015). Analisa proksimat formulasi pakan dengan penambahan bahan baku hewani yang berbeda. *Acta Aquatica*, 2(1), 23-30

- Gusain R. and Suthar S. (2017). Potential of aquatic weeds (*Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Pistia stratiotes*, and *Eichornia* sp.) in biofuel production. *Proces safety and environmental protection*, 109(2017), 233-241
- Halver J. E. and Hardy R. W. (2002). *Fish nutrition*. Academic press. San Diego
- Hepher, B. 1980. *Nutrition on pond fisheries*. Cambridge University Press. Cambridge
- Hoar W. S., Randal D. J., and Brett J. R. (1979). *Fish Physiology*. Academic press. New York
- Humaida N., Krisdianto, dan Setia B. P. (2016). Estimation of Carbon Storage in Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) at Freshwater Swamps. *Tropical Wetland Journal*, 2(2), 38-46
- Iskandar R. & Elrifadah. (2015). Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Kiambang. *Ziraa'Ah*, 40(1), 18-24
- Kurniawan, A. (2012). *Penyakit Akuatik*. UBB Press. Bangka Belitung
- Likimani T. A. and Wilson R. P. (1982). Effect of Diet on Lipogenic Enzyme Activity in Channel Catfish Hepatic and Adipose Tissue. *Journal of Nutrition*, 112(1), 112-117
- Lukman, Mulyana, dan Mumpuni F. S. (2014). Efektivitas Pemberian Akar Tuba (*Derris elliptica*) Terhadap Lama Waktu Kematian Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pertanian*, 5(1), 22-31
- Maina J. G., Beames R. M., Hings D., Mbugua P. N., Iwama G., and Kisia M. (2001). Digestibility and Feeding Value of Some Feed Ingredient Fed to Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 33(2002), 853-862
- Nayak K. K., Hirlekar M. G., and Pandey N. K. (1987). Conditions for Fat Production by a Recombinant Strain of Yeast. *Journal Fermentation Technology*, 65(5), 549-555
- Nisha, S. N., dan B. Geetha. (2017). Effect of Partial Replacement of Fish Meal with Aquatic Weed *Pistia stratiotes* Meal on Growth, Biochemical Composition, Haematological Parameters and Digestive Enzymes in Indian Major Carp *Labeo rohita*. 2017. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 527-532
- Orire A. M., and Sadiku S. O. E. (2014). Effect of Carbohydrate Sources on The Growth and Body Composition of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *international Journal of Fisheries and Aquaculture*, 6(5), 55-61
- Pandey, Govind. (2013). Feed Formulation and Feeding Technology for Fishes. *International Research Journal of Pharmacy*, 4(3), 23-30
- Pasquale I. D., Pontonio E., and Gobbetti M. (2018). Nutritional and Functional Effects of The Lactic Acid Bacteria Fermentation on Gelatinized Legume Flours. *International Journal of Food Microbiology*, 316(2), 1-42
- Ray A. K. and Das I. (1996). Evaluation of Dried Aquatic Weed, *Pistia stratiotes*, Meal as a Feedstuff in Pelleted Feed for Rohu, *Labeo rohita*, Fingerlings. *Journal of Applied Aquaculture*, 5(4), 35-44
- Rodde C., Beatrice C., Marc V., Trong Q. T., John A. H. B., and Hugues D. V. (2020). Can Individual Feed Conversion Ratio at Commercial Size Be Predicted from Juvenile Performance in Individually Reared Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquacultur Report*, 17(2020), 1-8
- Shearer K. D., Maage A., Opstvedt J., and Mundheim H. (1992). Effect of High Ash Diets on Growth, Feed Efficiency, and Zinc Status of Juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 106 (1992), 345-355

- Shoko A. P., Samwel M. L., Hillary D. J. M., and Yunus D. M. (2014). A Comparisson Of Diurnal Dynamics of Water Lettuce Parameter in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) Monoculture and Polyculture With African Sharp Tooth Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) in earthen pond. *International Aquatic Research*, 6(56), 1-13
- Siano F., Billoto S., Nazzaro M., Russo G. L., Stasio D. I., and Volpe M. G. (2016). Effect of Conventional and Organic Feed n The Mineral Composition of Culture European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Nutrition*, 23(2017), 796-804
- Sitompul R., Erwan E., dan Saleh E. (2020). Pemanfaatan Tepung Daun Apu Apu (*Pistia stratiotes*) Dalam Ransum Basal Terhadap Organ Pencernaan Ayam Ras Pedaging. *Jurnal Peternakan*, 17(1), 17-24
- SNI. (2006). SNI01-7242-2006 Pakan Buatan Untuk Nila (*Oreochromis* spp.) pada budidaya Intensif. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- SNI. (2009). SNI 6141:2009 Produksi Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* *Bleeker*) kelas benih sebar. Badan standarisasi nasional. Jakarta
- Stallcup, O. T. (1958). Composition of crude fiber in certain roughages. *Journal of Dairy Science*, 41(7), 963-968
- Suwandi. (2016). Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta
- Swastika, Dewa Ketut Sadra. (2015). Kinerja Produksi dan Konsumsi serta Prospek Pencapaian Swasembada Kedelai di Indonesia. *Forum Penelitian Agro ekonomi*, 33(2), 149-160
- Teye M., Chikpak S. K., Odoi F. N. A., and Nuamah. (2015). Chemical and Nutritional Composition of Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) Plant Harvested from Different Sources in Cape Coast, Ghana - A Preliminary Study. 19th Biennal Conference of Ghana Society Animal Production Proceeding. Ghana Society of Animal Production
- Tucker Craig S. and Debusk Tom A. (1981). Productivity and Nutritive Value of *Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes*. *Journal Aquatic Plant Manage*, 19(1981), 61-63
- Velasquez C., Kijora Y. C., Martinez V. A., Schulz C. (2014). Inclusion of Fermented Aquatic Plants as Feed Resources of Cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, feed Low Fish Meal Diet. *Revista Orinoquia*, 18(2), 229-236
- Wardono, B., dan Prabakusuma, A. S. (2016). Analisis Usaha Pakan Ikan Mandiri di Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Kebijakan Sosek KP*, 6(1), 75-85
- Wasagu, R. S. U., Lawal, M., Shehu S, Alfa H. H., dan Muhammad C. (2014). Nutritive Value, Mineral, And Antioxidant Properties of *Pistia stratiotes* (Watter Lettuce). *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*, 21(4), 253-257
- Widyatmoko, Effendi H., dan Niken T. M. P. (2019). Pertumbuhan Dan Sintasan Ikan Nila, (*Oreochromis niloticus*, Linaeus, 1758) Pada Sistem Akuaponik Dengan Padat Tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) Yang Berbeda. *Jurnal Iktiologi Indoensia*, 19(1), 157-166
- Wilson R. P. (1994). Utilization of Dietary Carbohydrate by Fish. *Aquaculture*, 124(1994), 67-80
- Winarti, Subandiyono, dan Agung S. (2017). Pemanfaatan Fermentasi Tepung *Lemna* sp. dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*, 1(2), 88-94
- Wurts W. A., & Durborow R. M. (1992). Interactions of pH, Carbon Dioxide, Alkalinity, And Hardnes In Fish Ponds. Southern Regional Aquaculture Center. Mississippi