

## Pengaruh Kondisi Ekstruder Ulir Ganda terhadap Sifat Fisik Pakan Ikan Terapung Effects of Twin-Screw Extruders Condition to Physical Properties of Floating Fish Feed

Arif Rahman Hakim\*, Wahyu Tri Handoyo, Toni Dwi Novianto & Andrianto Widi Prasetyo

Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, Badan Riset dan Sumberdaya Manusia, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Bantul, D.I Yogyakarta, Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: arifrahmanh11@gmail.com

Submitted 04 April 2019 Revised 03 July 2019 Accepted 06 December 2019

**Abstrak** Proses pembuatan pakan ikan terapung di masyarakat terkendala oleh teknologi pengolahannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi proses ekstrusi menggunakan ekstruder ulir ganda terhadap kualitas fisik pakan ikan terapung yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan terdiri dari tepung ikan, tepung bungkil kedelai, tepung jagung dan tepung tapioka. Bahan dicampur dan ditambahkan air sebanyak 15, 20 dan 25% dari berat total bahan. Proses ekstrusi dilakukan dalam kondisi yang berbeda yaitu kecepatan putar ulir (540, 540, 600, 660 rpm) dan suhu barrel (80, 90, 100, 110, 120°C). Parameter dari sifat fisik yang diamati meliputi rasio pengembangan, unit density, daya apung dan tingkat kekerasan pakan. Sedangkan sifat kimia meliputi kadar air dan protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air yang ditambahkan dalam formula sebanyak 25% memberikan sifat rasio pengembangan, unit density dan daya apung pakan yang lebih baik dibandingkan dengan kadar air 15 dan 20%. Kecepatan putar ulir yang semakin tinggi menghasilkan pakan dengan rasio pengembangan, unit density dan daya apung yang semakin baik. Kecepatan ulir optimal 600 rpm. Sedangkan suhu barrel yang lebih tinggi memberikan nilai unit density lebih rendah dan daya apung lebih tinggi. Suhu terbaik untuk mencapai sifat tersebut ialah 120°C. Pakan yang dihasilkan mengandung protein sebesar 32,38-41,95% dan kadar air 4,37-5,70%.

**Kata kunci:** Ekstruder ulir ganda; pakan ikan terapung; sifat fisik

**Abstract** Process production of floating fish feed in a society constrained by processing technology. The objective of this study was to observe effect of condition process of twin screw extruders to the physical and chemical properties of produced of floating fish feed. Ingredients used involve fish meal, soybean meal, corn meal, and tapioca flour. The ingredients are mixed with 15, 20 and 25% water added to the total weight. Extrusion process condition conducted by several treatments i.e screw speed (540, 540, 600, 660 rpm) and barrel temperatures (80, 90, 100, 110, 120°C). In order to study, expansion ratio, unit density, floatability and hardness of feed were observed as physical parameters while chemical properties include moisture and protein content. Experimental result showed that addition 25 % water to the formula gives a good performance of expansion ratio, unit density and floatability than 15% and 20% moisture content. Higher of screw speed produces feed with higher ratio expansion, lower unit density, and higher floatability. The optimum of screw speed is 600 rpm. Meanwhile increasing of barrel temperature caused reduction of unit density, and escalation floatability of feed. Best barrel temperature to meet the physical properties is 120°C. The produced feed contain protein 32.38-41.95% and moisture content 4.37-5.70%.

**Keywords:** twin screw extruders; floating fish feed; physical properties

### PENGANTAR

Pembuatan pakan ikan tipe terapung masih jarang dikerjakan oleh kelompok masyarakat pembudidaya. Berbagai masalah dilapang yang dihadapi oleh para pembudidaya diantaranya faktor teknis berupa ketidaksesuaian mesin pencetak dengan karakteristik bahan baku (Rasidi & Haryadi, 2016). Padahal pakan tipe ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan pakan ikan tipe tenggelam. Penelitian terhadap kondisi proses produksi pakan terapung sedikit sekali dikerjakan terlebih dengan menggunakan mesin ekstruder dengan bahan baku pakan lokal. Kondisi proses yang tepat akan menjadi acuan para pembudidaya dalam memproduksi pakan terapung.

Pembuatan pakan ikan terapung yang sudah pernah dilakukan diantaranya Zaman *et al.* (2018) membuat pakan ikan terapung menggunakan proses fermentasi. Hasilnya pakan memiliki kualitas fisik yang hampir sama dengan pakan terapung komersial. Namun penggunaan bahan tambahan yang banyak seperti urea,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  akan menyulitkan dalam proses produksi. Selain itu bahan baku yang digunakan ialah pakan tenggelam komersial yang tidak diketahui secara pasti komposisi dan proses pencetakannya. Kurniawan & Lestariadi (2017) melakukan studi pembuatan pakan ikan terapung untuk lele yang memberikan efek lebih baik dibandingkan pakan tenggelam, namun dalam studi tersebut tidak menyebutkan kondisi proses produksi pakan yang telah

dikerjakan. Purwasasmita & Roland (2008), melakukan pembuatan material berpori untuk pakan terapung tetapi belum membahas secara rinci mesin atau alat yang digunakan serta kondisi prosesnya. Bahan baku yang digunakan hanya mengandung sumber protein yang sangat rendah, sehingga kemungkinan akan merubah kualitas fisik pakan jika nutrisi yang digunakan sesuai standar.

Ekstrusi ialah proses pengolahan bahan pangan maupun pakan dengan menggunakan suhu dan tekanan tinggi dalam waktu yang singkat. Proses ini mampu memperbaiki kualitas pakan sehingga bisa meningkatkan pertumbuhan ikan (Ayadi *et al.*, 2011). Dalam proses ekstrusi terjadi proses hidrolisis protein dan gelatinisasi pati maupun bahan penyusun lainnya menjadi senyawa lebih sederhana sehingga mampu dikonsumsi oleh ikan dengan lebih mudah. Hal ini yang menyebabkan pakan hasil proses ekstrusi memiliki nilai pencernaan yang tinggi (Decker *et al.*, 2014). Pakan dari hasil proses ekstrusi memiliki sifat fisik yang lebih unggul dibandingkan tanpa proses ekstrusi. Sifat fisik tersebut meliputi stabil dalam air, densitas rendah, kompak dan tidak mudah rusak akibat proses berikutnya seperti transportasi dan pengemasan (De Cruz *et al.*, 2015).

Berdasarkan hal itu maka mesin ekstruder menjadi komponen utama dalam keberhasilan pembuatan pakan berkualitas dengan proses ekstrusi. Penelitian pembuatan pakan ikan dengan ekstruder telah banyak dilakukan (De Cruz *et al.*, 2015; Curiel *et al.*, 2017; Cian *et al.*, 2017; Kamarudin *et al.*, 2018). Tetapi penelitian tersebut masih menggunakan ekstruder dengan ulir tunggal. Penelitian Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan (LRMPHP) (2018) memberikan informasi bahwa penggunaan ekstruder ulir tunggal dibebepara kelompok pembudidaya menemui banyak kendala. Utamanya ulir yang sering macet karena bahan yang diproses tidak mengalir lancar menuju *dies* (lubang pengeluaran). Selain itu, pakan yang dihasilkan tidak bisa membentuk pori sebagai syarat pakan terapung. Senada dengan penelitian Senanayake & Clarke (1999) yang menyebutkan bahwa kelemahan ekstruder ulir tunggal ialah tidak mampu digunakan untuk mengolah pakan dengan berbagai bahan yang mengandung serat tinggi.

Ekstruder ulir ganda mulai digunakan pada 1970-an dan memiliki keuntungan menangani varietas bahan yang lebih luas karena sifat *self-wiping* (dua ulir saling menyapu bahan didalamnya) dan efisiensi produksi lebih tinggi dibandingkan ulir tunggal (Harper, 1989; Riaz, 2000). Kelebihan ini akan sangat berguna karena pembudidaya ikan yang sering kali merubah jenis bahan baku dengan jenis bahan yang lebih murah. Penelitian Samuelsen *et al.* (2018), telah berhasil mempertahankan nutrisi dan kualitas fisik pakan yang mengandung n-3 PUFA (*polyunsaturated fatty acid*) tinggi menggunakan ekstruder ulir ganda. Draganovic *et al.* (2011), Berhasil membuat pakan dengan sumber protein bahan baku berasal dari beberapa tanaman (kedelai, gandum dan bunga matahari), sehingga diperoleh komposisi yang tepat untuk mengurangi pemakaian tepung ikan.

Dalam proses ekstrusi banyak parameter seperti komposisi kimia bahan baku, kandungan air, kecepatan ulir, suhu *barrel* mempunyai pengaruh terhadap kualitas produk

ekstrusi yaitu rasio pengembangan, tingkat kekerasan, *durability*, kelarutan, bentuk produk dan penampakan (Cheng & Hansen, 2016). Agar diperoleh operasi proses yang optimal dan meningkatkan efisiensi produksi, penting dilakukan pengamatan terhadap parameter tersebut terhadap kualitas pakan yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menginvestigasi pengaruh kondisi proses ekstrusi meliputi suhu selongsong (*barrel*), kecepatan putaran ulir dan kadar air bahan baku, terhadap kualitas pakan ikan terapung yang dihasilkan menggunakan ekstruder ulir ganda.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan baku pembuatan pakan (formula) yang meliputi tepung ikan, tepung bungkil kedelai, tepung jagung dan tepung tapioka. Bahan-bahan ini diperoleh dari penyedia di wilayah D.I Yogyakarta. Bahan tersebut merupakan bahan penyusun pakan yang paling banyak digunakan oleh instansi dan UKM di Indonesia. Komposisi formula dan kandungan kimianya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia bahan baku dan persentase dalam formula.

Jenis Bahan	Komposisi Kimia (%)				Jumlah dalam Formula (%)
	Protein	Lemak	Abu	Air	
Tepung Ikan	61,37	2,83	19,13	8,59	38
Tepung Bungkil Kedelai	45,55	9,68	6,42	9,41	22
Tepung Jagung	8,80	6,40	2,15	10,98	22
Tepung Tapioka	0,50	0,30	0,20	9,67	18
Formula	37,84	3,17	10,95	9,28	

### Alat

Alat utama yang digunakan ialah mesin ekstruder ulir ganda *intermesh*. Mesin ini memiliki panjang selongsong (*barrel*) 270 mm dan diameter ulir 33 mm. Ulir berputar secara *counter-rotating*. Mesin juga dilengkapi elemen pemanas pada bagian atas dan bawah *barrel*, panas bisa diatur hingga suhu 200°C. Kecepatan ulir diatur menggunakan inverter dengan rentang kecepatan 150-660 rpm. Lubang pengeluaran (*dies*) berdiameter 3 mm berjumlah 8 buah. 2 buah pisau potong pakan berada diujung *dies* untuk memotong pakan yang keluar dari ekstruder.

### Metode penelitian

#### Persiapan bahan baku

Proses persiapan bahan dan pembuatan pakan mengadopsi dari standar prosedur pembuatan pakan di Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. Bahan baku pakan (Tabel 1) ditimbang sesuai persentase dalam formula dengan berat total 1 kg. Semua bahan dicampur dan ditambahkan air sebanyak 15-25% dari berat total. Pencampuran menggunakan alat pengaduk dengan

kecepatan 40 rpm selama 20 menit. Formula yang sudah homogen didiamkan selama 60 menit untuk mendapatkan kestabilan kelembaban. Setelah itu formula siap diproses dalam ekstruder.

#### Proses ekstrusi

Formula yang telah siap kemudian diproses menjadi pakan menggunakan mesin ekstruder. Kondisi yang berbeda dilakukan pada proses ekstrusi sebagai variabel perlakuan penelitian. Kondisi tersebut adalah variasi suhu *barrel* dan variasi kecepatan putar ulir. Pakan hasil produksi kemudian dikeringkan menggunakan pengering tipe *rotary* pada suhu 40-50°C selama 60 menit. Pakan yang telah kering selanjutnya dianalisa sifat fisik dan kimianya. Proses pembuatan pakan dilakukan 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan.

#### Analisa sifat fisik pakan

Uji yang dilakukan untuk mengetahui kualitas fisik meliputi densitas, daya apung, rasio pengembangan dan tingkat kekerasan. Detail metode uji adalah sebagai berikut :

*Unit density*. Penentuan *unit density* berdasarkan Rosentrater *et al.* (2009) sebagai berikut: 30 butir pakan yang sudah kering masing-masing diukur panjang dan diameternya menggunakan jangka sorong lalu ditimbang beratnya menggunakan timbangan digital. Rata-rata berat massa pakan dibagi volume merupakan nilai dari *unit density*.

$$\text{Unit density} = \frac{\text{berat pelet (mg)}}{\text{volume pelet (mm}^3\text{)}} \quad (1)$$

*Daya apung*. 30 butir pakan dituang kedalam 1000 ml beaker glass berisi 800 ml aquades pada suhu ruang. Jumlah pakan yang masih terapung (NF) selama 30 menit dibandingkan jumlah pakan awal (de Cruz *et al.*, 2015), dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Daya apung} = \frac{NF}{20} \times 100 \quad (2)$$

*Rasio pengembangan*. 30 butir pakan dipilih secara acak kemudian diukur diameternya menggunakan jangka sorong. Rasio pengembangan dihitung dari perbandingan antara diameter pakan dengan diameter *dies* (3 mm) (Rosentrater *et al.*, 2009).

$$\text{Rasio pengembangan} = \frac{\text{diameter pelet (mm)}}{3 \text{ mm}} \quad (3)$$

*Tingkat Kekerasan*. Tingkat kekerasan pakan dianalisa menggunakan *Hardness Tester*. Nilai yang digunakan ialah puncak tertinggi sebelum pakan pecah yang dinyatakan dalam satuan Newton (N). Hasil berdasarkan nilai rata-rata dari 30 sampel (Ayadi *et al.*, 2011).

#### Analisa sifat kimia pakan

Sifat kimia pakan yang dianalisa meliputi kadar air dan kadar protein. Kadar air menggunakan metode gravimetric sedangkan kadar protein menggunakan metode Kjeldahl. Kedua metode analisa berdasarkan *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC).

#### Rancangan percobaan

Percobaan diawali dengan perlakuan variasi penambahan kadar air pada bahan (15, 20, 25%). Pada percobaan ini suhu *barrel* dan putaran ulir diatur sama yaitu 100°C dan 600 rpm. Perlakuan penambahan kadar air terbaik kemudian dijadikan acuan untuk perlakuan berikutnya yaitu perbedaan kecepatan putar ulir (480, 540, 600 dan 660 rpm) selama perlakuan ini dicatat juga nilai kecepatan putar ulirnya setiap 2 menit. Pada perlakuan ini, penambahan kadar air dan suhu *barrel* dibuat sama yaitu 25% dan 100°C. Nilai terbaik yang diperoleh lalu digunakan untuk perlakuan lain yaitu perbedaan suhu *barrel* (80, 90, 100, 110 dan 120°C), selama perlakuan ini dicatat juga nilai suhu *barrel*-nya setiap 2 menit. Pada perlakuan ini kadar air bahan dan kecepatan putar ulir dirancang sama.

#### Analisa statistik

Data hasil pengujian dianalisa secara statistik yaitu analysis of variance (anova), menggunakan *software* Minitab 17. Kemudian jika terdapat perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dan analisa pakan disajikan pada Tabel 2-4. Sifat fisik pakan tersebut meliputi *unit density*, daya apung, rasio pengembangan dan tingkat kekerasan. Formula pakan dalam ekstruder mengalami proses pemanasan, pengadukan dan tekanan yang tinggi. Terjadi perubahan kimia selama proses tersebut seperti denaturasi protein, gelatinisasi pati dan perubahan struktur akibat interaksi amilosa dan lipid sehingga terjadi perubahan fisik dari produk yang dihasilkan (Gonzales *et al.*, 2013).

#### Kadar air formula

Tabel 2 menunjukkan penambahan kadar air dalam formula berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap sifat fisik pakan meliputi rasio pengembangan, *unit density* dan daya apung. Peningkatan kadar air dari 15% menjadi 25 % menghasilkan rasio pengembangan dan daya apung pakan yang semakin tinggi serta menurunkan nilai *unit density*. Menurut Baller *et al.* (2018), penambahan kadar air 28%-32% mampu memperbaiki bentuk produk ekstrudat dan meningkatkan proses gelatinisasi pati, dibandingkan penambahan kadar air dibawah nilai tersebut. Onwulata *et al.* (2001) menyebutkan, meskipun penambahan air sebanyak 22% bisa untuk membasahi partikel bahan dan memacu proses gelatinisasi, namun jumlah ini masih cukup untuk menghasilkan produk ekstrudat mengembang. Proses gelatinisasi yang optimal menghasilkan struktur pakan yang berpori karena bahan pati dalam formula mengembang maksimal ketika keluar dari *dies* akibatnya pakan memiliki *unit density* yang rendah, dengan densitas yang rendah daya apung pakan menjadi tinggi (Purwasasmita & Roland, 2008).

Nilai kekerasan pakan tidak berbeda nyata terhadap perubahan jumlah kadar air formula. Draganovic *et al.* (2011) dan Tyapkova *et al.* (2016), menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa kekerasan pakan tidak berkorelasi secara langsung terhadap rasio pengembangan, namun lebih didominasi oleh pengaruh komposisi formula

yang disusun seperti jenis sumber protein. Dalam hal ini komposisi formula penyusun pakan dibuat sama antar perlakuan sehingga memungkinkan nilai kekerasan pakan

yang dihasilkan tidak berbeda. Berdasarkan hal tersebut pada perlakuan berikutnya menggunakan penambahan kadar air 25%.

Tabel 2. Sifat fisik pakan dengan perbedaan penambahan kadar air.

Perlakuan		Parameter				
Suhu barrel (°C)	Kecepatan Putar ulir (rpm)	Penambahan air (%)	Rasio Pengembangan (kali)	Unit Density (mg/mm <sup>3</sup> )	Daya Apung (%)	Tingkat Kekerasan (N/mm <sup>2</sup> )
100	600	15	1,27±0,04 <sup>b</sup>	0,917±0,06 <sup>a</sup>	0,00±0,0 <sup>c</sup>	38,36±16,61 <sup>a</sup>
		20	1,38±0,04 <sup>b</sup>	0,798±0,05 <sup>a</sup>	42,00±12,53 <sup>b</sup>	32,76±15,41 <sup>a</sup>
		25	1,56±0,05 <sup>a</sup>	0,624±0,04 <sup>b</sup>	95,28±2,93 <sup>a</sup>	45,50±0,21 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> perbedaan huruf menunjukkan perbedaan signifikan antar level perlakuan

#### Kecepatan putar ulir

Kecepatan putar ulir berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap rasio pengembangan, *unit density* dan daya apung (Tabel 3). Putaran ulir yang menghasilkan rasio pengembangan tertinggi (1,56±0,05 kali) dan *unit density* terendah (0,620±0,04 mg/mm<sup>3</sup>) ialah pada kecepatan 600 rpm. Nilai daya apung tertinggi (96,00±3,61 %) pada putaran ulir 660 rpm namun tidak berbeda nyata dengan kecepatan 600 rpm. Oleh karena itu dipilih kecepatan ulir 600 rpm sebagai perlakuan terbaik.

Putaran ulir yang lebih cepat menghasilkan nilai *unit density*

yang lebih rendah, rasio pengembangan dan daya apung yang lebih tinggi. Putaran yang tinggi memberikan tekanan lebih besar sehingga struktur pakan lebih mengembang dengan pori lebih besar. Menurut [Philipp \*et al.\* \(2017\)](#) kecepatan putar ulir yang semakin tinggi menyebabkan intensitas proses mekanik dalam ekstruder meningkat dan degradasi makro molekuler bahan semakin banyak. Selain itu juga menyebabkan tekanan pada ujung ulir menjadi lebih besar. Tekanan tersebut mengakibatkan pakan yang keluar dari *dies* ekstruder mengembang / mekar lebih besar. Uap air yang keluar dari struktur bahan meninggalkan rongga lebih banyak.

Tabel 3. Sifat fisik pakan dengan perbedaan kecepatan putar ulir.

Perlakuan			Parameter			
Suhu barrel (°C)	Kadar air (%)	Kecepatan Putar ulir (rpm)	Rasio Pengembangan (kali)	Unit Density (mg/mm <sup>3</sup> )	Daya Apung (%)	Tingkat Kekerasan (N/mm <sup>2</sup> )
100	25	480	1,36±0,02 <sup>b</sup>	0,782±0,03 <sup>a</sup>	30,00±5,00 <sup>c</sup>	37,07±4,82 <sup>a</sup>
		540	1,39±0,01 <sup>b</sup>	0,752±0,03 <sup>ab</sup>	50,00±5,00 <sup>b</sup>	30,22±8,41 <sup>a</sup>
		600	1,56±0,05 <sup>a</sup>	0,620±0,04 <sup>b</sup>	95,28±2,93 <sup>a</sup>	34,44±9,85 <sup>a</sup>
		660	1,52±0,06 <sup>a</sup>	0,666±0,09 <sup>ab</sup>	96,00±3,61 <sup>a</sup>	28,39±6,57 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> perbedaan huruf menunjukkan perbedaan signifikan antar level perlakuan

#### Suhu barrel

Perbedaan suhu *barrel* ekstruder dalam pembuatan pakan memberikan nilai *unit density* dan daya apung yang berbeda ( $P < 0,05$ ) ditunjukkan pada Tabel 4. Meningkatnya suhu *barrel* akan menyebabkan *unit density* pakan menurun (0,674-0,497 mg/mm<sup>3</sup>) dan daya apung meningkat (92,93±2,30 - 98,50±1,32%). Hasil yang serupa dilaporkan [Rosentrater \*et al.\* \(2009\)](#), suhu *barrel* dari 100°C menjadi 150°C menurunkan *unit density* pakan ikan dari 968,3 menjadi 804,6 kg/m<sup>3</sup>. Viskositas dari lelehan senyawa pati menjadi lebih rendah karena suhu *barrel* yang tinggi. Dalam kondisi tersebut bahan lebih mudah mengembang saat keluar dari *dies* dan menghasilkan densitas yang rendah.

Perbedaan suhu *barrel* juga berpengaruh signifikan terhadap tingkat kekerasan pakan ( $P > 0,05$ ). Nilai tertinggi (45,69±0,87 N/mm<sup>2</sup>) pada suhu *barrel* 100°C dan terendah (31,57±2,18 N/mm<sup>2</sup>) pada suhu *barrel* 80°C. Kekerasan produk ekstrudat berhubungan dengan rasio

pengembangannya. Produk yang lebih mengembang cenderung memiliki kekerasan yang lebih rendah ([Chaiyakul \*et al.\*, 2009](#)). Pada penelitian ini tren tingkat kekerasan yang terjadi adalah kekerasan rendah pada suhu 80°C lalu semakin naik hingga suhu 100°C kemudian turun kembali pada suhu 110 dan 120°C. Kekerasan pada perlakuan suhu 110 dan 120°C lebih rendah karena banyak pori pada struktur pakan sehingga mudah pecah sedangkan pada perlakuan 80 dan 90°C kemungkinan disebabkan pakan tidak terbentuk secara kompak sehingga mudah hancur.

Berdasarkan uraian diatas suhu optimum untuk mencapai kualitas pakan yang diharapkan adalah 120°C. Pada suhu ini diperoleh rasio pengembangan paling besar, unit density paling rendah dan daya apung paling tinggi.

Tabel 4. Sifat fisik pakan dengan perbedaan suhu *barrel*.

Perlakuan		Parameter				
Kadar air (%)	Kecepatan Putar ulir (rpm)	Suhu <i>barrel</i> (°C)	Rasio Pengembangan (kali)	Unit Density (mg/mm <sup>3</sup> )	Daya Apung (%)	Tingkat Kekerasan (N/mm <sup>2</sup> )
25	600	80	1,54±0,03 <sup>a</sup>	0,674±0,05 <sup>a</sup>	92,93±2,30 <sup>a</sup>	31,57±2,18 <sup>d</sup>
		90	1,52±0,14 <sup>a</sup>	0,626±0,16 <sup>ab</sup>	94,45±0,63 <sup>ab</sup>	42,29±0,67 <sup>b</sup>
		100	1,55±0,15 <sup>a</sup>	0,603±0,06 <sup>ab</sup>	95,28±2,93 <sup>ab</sup>	45,69±0,87 <sup>a</sup>
		110	1,56±0,15 <sup>a</sup>	0,589±0,05 <sup>ab</sup>	96,25±3,75 <sup>ab</sup>	38,05±0,40 <sup>c</sup>
		120	1,63±0,20 <sup>a</sup>	0,497±0,04 <sup>b</sup>	98,50±1,32 <sup>b</sup>	37,26±0,44 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> perbedaan huruf menunjukkan perbedaan signifikan antar level perlakuan

#### Komposisi kimia pakan terapung

Komposisi bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah sama sehingga tidak banyak berpengaruh terhadap komposisi kimia/nutrisi dari pakan yang dihasilkan. Kadar air pakan berkisar 4,37-5,70 %. Pada perlakuan penambahan 25% air, menghasilkan pakan dengan kandungan air yang cenderung lebih tinggi dibandingkan penambahan 15% dan 20%. Pada perlakuan kecepatan putaran ulir, nilai kadar air pakan hampir sama dan tidak ada pola tertentu. Sedangkan pada perlakuan suhu *barrel*, nilai terendah pada suhu *barrel* 120°C dan lebih rendah dibandingkan suhu *barrel* lainnya. Dari data ini, kadar air pakan dipengaruhi oleh perbedaan penambahan air dalam formula dan suhu kenaikan *barrel*.

Protein pakan ikan yang dihasilkan sebesar 32,38-41,95%. Tidak ada perbedaan nyata pada semua perlakuan. Protein dalam pakan tidak berubah banyak dengan berbagai perlakuan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar protein lebih dipengaruhi oleh kadar protein bahan baku. Dalam formula yang digunakan protein bersumber dari tepung ikan dan tepung bungkil kedelai.

Tabel 5. Komposisi kimia pakan terapung.

Perlakuan	Level	Kadar air (%)	Protein (%)
Penambahan air (%)	15	5,29±0,11 <sup>a</sup>	32,38±2,34 <sup>a</sup>
	20	5,18±0,13 <sup>a</sup>	41,95±3,53 <sup>a</sup>
	25	5,70±0,38 <sup>b</sup>	35,46±2,08 <sup>a</sup>
Kec. Putar Ulir (rpm)	480	5,31±1,02 <sup>a</sup>	32,28±1,88 <sup>a</sup>
	540	5,11±0,63 <sup>a</sup>	33,25±2,10 <sup>a</sup>
	600	5,28±0,52 <sup>a</sup>	35,46±3,49 <sup>a</sup>
	660	5,49±0,81 <sup>a</sup>	34,42±2,77 <sup>a</sup>
Suhu <i>Barrel</i> (°C)	80	5,45±0,22 <sup>a</sup>	33,37±2,66 <sup>a</sup>
	90	5,43±0,13 <sup>a</sup>	32,40±3,06 <sup>a</sup>
	100	5,28±0,34 <sup>a</sup>	35,46±1,34 <sup>a</sup>
	110	5,22±0,52 <sup>a</sup>	37,41±2,42 <sup>a</sup>
	120	4,37±0,32 <sup>b</sup>	33,08±3,15 <sup>a</sup>

#### KESIMPULAN

Kondisi proses ekstrusi mempengaruhi sifat fisik pakan yang dihasilkan. Sifat fisik yang terpengaruh meliputi rasio pengembangan, unit density, daya apung dan tingkat kekerasan. Penambahan kadar air yang lebih banyak dalam formula menyebabkan rasio pengembangan naik, unit density turun dan daya apung meningkat. Demikian juga dengan perubahan kecepatan ulir ekstruder, semakin cepat putaran ulir akan menghasilkan pakan dengan rasio pengembangan dan daya apung yang lebih tinggi. Sedangkan kenaikan suhu *barrel* memberikan nilai unit density lebih rendah, daya apung dan tingkat kekerasan lebih tinggi. Perbedaan kondisi ekstrusi juga mempengaruhi kadar air pakan namun tidak berpengaruh pada kandungan proteinnya. Berdasar uraian tersebut kondisi terbaik untuk proses produksi pakan menggunakan ekstruder ialah dengan penambahan air ke dalam formula sebanyak 25%, kecepatan ulir diatur 600 rpm dan suhu *barrel* 120°C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ayadi, F.Y., K.A. Rosentrater, K. Muthukumarappan & M.L. Brown. 2011. Twin-screw extrusion processing of distillers dried grains with solubles (DDGS)-based yellow perch (*Perca flavescens*) feeds. Food Bioprocess Technol. DOI 10.1007/s11947-011-0535-5
- Baller, M.A., P.D.G. Pacheco, F.M. Peres, M. Monti & A.C. Carciofi. 2018. The effects of in-barrel moisture on extrusion parameters, kibble macrostructure, starch gelatinization, and palatability of a cat food. Animal Feed Science and Technology. 246: 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.003>
- Chaiyakul, S., K. Jangchud, A. Jangchud, P. Wuttijumngong & R. Winger. 2009. Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snack. LWT - Food Science and Technology. 42: 781-787. doi:10.1016/j.lwt.2008.09.011
- Cheng, H & J.H. Hansen. 2016. Extrudate expansion model in a twin-screw extrusion cooking process considering melt rheological property. Food Bioprocess Technology. 9: 604-611. DOI 10.1007/s11947-015-1655-0
- Cian, R.E., C. Bacchetta, J. Cazenave & S.R. Drago. 2017. Optimization of single screw extrusion process for

- producing fish feeds based on vegetable meals and evaluation of nutritional effects using a juvenile *Piaractus mesopotamicus* model. *Animal Feed Science and Technology*. 234: 54 – 64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.004>.
- Curiel, F.B., S.T.P. Ramirez, E. Ringø, A.E. Zepeda, E.G. Lozano, R.V. Duhalt, A.S Flores & M.T. Viana. 2018. Effects of extruded aquafeed on growth performance and gut microbiome of juvenile *Totoaba macdonaldi*. *Animal Feed Science and Technology*. 245: 91–103. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.09.002>
- De Cruz., C.R., M.S. Kamarudin, C.R. Saad & E. Ramezani-Fard. 2015. Effects of extruder die temperature on the physical properties of extruded fish pellets containing taro and broken rice starch. *Animal Feed Science and Technology*. 199: 137–145 <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.010>.
- Decker, E.A., D.J. Rose & D. Stewart. 2014. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. *British Journal of Nutrition*. 112: 58–64.
- Draganovic, V., A.J.V. der Gootb, R. Boomb & J. Jonkersa. 2011. Assessment of the effects of fish meal, wheat gluten, soy protein concentrate and feed moisture on extruder system parameters and the technical quality of fish feed. *Animal Feed Science and Technology*. 165: 238–250. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.03.004
- Gonzales, R.J., E.P. Cavada, J.V. Pena, R.L. Torres, D.M. De Greef & S.R. Drago. 2013. Extrusion conditions and amylose content affect physicochemical properties of extrudates obtained from brown rice grains. *Journal of Food Science*. 246. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/584148>
- Harper, J.M. 1979. *Food extrusion*. *CRC Crit. Rev. Food Science Nutrition*. (11): 155–215.
- Kamarudin, M.S., C.R. De Cruz, C.R. Saad, N. Romano & E. Ramezani-Fard. 2018. Effects of extruder die head temperature and pre-gelatinized taro and broken rice flour level on physical properties of floating fish pellets. *Animal Feed Science and Technology*. 236: 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.12.007>.
- Kurniawan, A & R.A. Lestariadi. 2017. Induction of fish pellet making machine to improve feed community program in catfish farmers in Mojokerto regency. *J. Innov Appl Technol*. 3: 433-438. doi: 10.21776/ub.jiat.2017.003.01.16
- LRMPHP. 2018. *Penelitian Mesin Pembuat Pakan Ikan Skala UKM. Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan*. Laporan Teknis. Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Onwulata, C.I., P.W. Smith, R.P. Konstance & V.H. Holsinger. 2001. Incorporation of whey products in extruded corn, potato or rice snacks. *Food Res. Int.* (34):679–687. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00088-6).
- Philipp, C., I. Oey, P. Silcock, S.M. Beck & R. Buckow. 2017. Impact of protein content on physical and microstructural properties of extruded rice starch-pea protein snacks. *Journal of Food Engineering*. 212: 165-173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.024>
- Purwasasmita, B.S & P.H. Roland. 2008. Sintesa, karakterisasi dan fabrikasi material berpori untuk aplikasi pelet apung (floating feed). *Jurnal Bionatura*. 10 (1): 13-28
- Rasidi, R & J. Haryadi. 2016. Evaluasi kebijakan pengembangan pakan mandiri. In *prosiding forum inovasi teknologi akuakultur*. 1: 689-702
- Riaz, M.N., M. Asif & R. Ali. 2009. Stability of vitamins during extrusion. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49: 361–368.
- Rosentrater, K.A., K. Muthukumarappan & S. Kannadhasan. 2009. Effects of ingredients and extrusion parameters on aquafeeds containing DDGS and potato starch. *Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition*. 1 (1): 22-38
- Samuelsen, T.A., A. Oterhals & K. Kousoulaki. 2018. High lipid microalgae (*Schizochytrium sp.*) inclusion as a sustainable source of n-3 long-chain PUFA in fish feed—Effects on the extrusion process and physical pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*. 236: 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.020>
- Senanayake, S.A.M.A.N.S & B. Clarke. 1999. A simplified twin screw co-rotating food extruder: design, fabrication and testing. *Journal of Food Engineering*. 40: 129-137
- Tyapkova, O., R. Osen, M. Wagenstaller, B. Baier, F. Specht & C. Zacherl. 2016. Replacing fishmeal with oilseed cakes in fish feed a study on the influence of processing parameters on the extrusion behavior and quality properties of the feed pellets. *Journal of Food Engineering*. 191: 28-36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.07.006>
- Zaman, A.B., S. Catur, E. Yunita & I. Sujati. 2018. Karakteristik fisik pakan ikan apung non-ekstrusi yang dibuat melalui fermentasi *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*