

Penghasilan pelet ikan berskala kecil dengan teknik penyemperitan

(Small scale fish pellet production using extrusion technique)

Yong Su Ting, Arifen Abd Wahab dan Tang Hooi Chia

Pengenalan

Akuakultur merupakan salah satu sektor yang penting dalam peranan untuk membekalkan sumber protein kepada penduduk di Malaysia. Pada tahun 2019, pengeluaran akuakultur di Malaysia adalah dianggarkan sebanyak 411,782 tan metrik yang bernilai RM3.3 bilion. Industri akuakultur diutamakan bawah Dasar Agromakanan Negara (DAN) 2011 – 2020 dan program Bidang Ekonomi Utama Negara [*National Key Economic Areas* (NKEA)] Sektor Pertanian sehingga tahun 2020. Dalam Rancangan Malaysia Ke-12 (RMK-12), Program Pembangunan Integrasi Akuakultur (Sistem Sangkar Bersepadu) telah dirancang bagi menyokong pengeluaran hasil akuakultur negara. Usaha giat dijalankan untuk meningkatkan pengeluaran akuakultur bagi memenuhi permintaan pasaran sama ada domestik atau global. Dengan itu, industri akuakultur dijangka dapat terus berkembang pesat dan permintaan terhadap bekalan makanan ikan juga bertambah. Pembekalan ikan yang mencukupi adalah bergantung kepada daya maju sektor akuakultur untuk menjamin pendapatan pengusaha akuakultur.

Walau bagaimanapun, isu kenaikan harga makanan ikan telah mempengaruhi pendapatan pengusaha. Ini adalah disebabkan kebanyakan bahan mentah yang digunakan dalam makanan ikan diimport dari luar negara. Bekalan dan harga bahan mentah import seperti mil ikan, jagung dan mil kacang soya yang tidak stabil memberi impak negatif kepada pengusaha ternakan terutamanya akuakultur dan pengguna. Pengusaha akuakultur yang mempunyai lokasi ladang ikan yang jauh perlu menanggung kos makanan yang tinggi disebabkan oleh penambahan kos penghantaran. Makanan ikan merupakan kos utama iaitu 50 – 72% dalam pengeluaran ikan, bergantung kepada kapasiti ladang. Oleh yang demikian, jika kos makanan dapat dikurangkan, ia dapat menjamin pulangan dan keuntungan margin yang lebih besar kepada pengusaha. Keadaan ini menjadikan bekalan dan harga ikan lebih stabil dan mampu dibeli oleh pengguna. Kemajuan dalam teknologi pemprosesan makanan membolehkan dan memudahkan pengeluaran makanan ikan yang berkualiti. Dengan itu, pengusaha pemprosesan makanan ikan berskala kecil dan sederhana serta para penternak ikan boleh menghasilkan pelet ikan untuk menampung keperluan ladang ikan sendiri dan dijual kepada penternak kecil yang lain.

Kebaikan teknik penyemperitan

Pemrosesan pelet dengan teknik penyemperitan (*extrusion*) adalah proses melibatkan bahan-bahan mentah dipanaskan dan ditolak dengan tekanan ke rongga acuan (*die*) untuk dijadikan sebagai pelet. Proses ini pantas (10 – 60 saat), namun kefahaman yang mendalam tentang kesan haba, kelembapan dan tekanan terhadap bahan-bahan mentah diperlukan bagi proses yang lebih efisien. Semasa proses penyemperitan, interaksi antara faktor-faktor tersebut dengan pelbagai mekanisme tindak balas dapat meningkatkan tahap pengelatinan kanji dan penyahaslian protein. Selain itu, sel dinding serat jadi lembut, melepaskan beberapa molekul ringkas dan meningkatkan kadar pencernaan dan penyerapan nutrien dalam ternakan. Haba yang tinggi juga dapat mengurangkan antinutrien, menyahaktif perencat proteinase (*proteinase inhibitor*) dan membunuh kuman yang berbahaya dalam bahan-bahan mentah. Oleh itu, pelet ikan senang dicerna dan lebih higienik.

Pelet ikan yang diproses melalui teknik penyemperitan lebih stabil dan tidak mudah pecah atau melarut dalam air untuk tempoh 12 – 35 jam, menjadikan pemberian makanan senang dipantau dan dikawal. Keadaan ini dapat membantu mengawal kualiti air dan mengurangkan risiko penyakit. Ikan yang sihat dan hidup dalam air yang bersih juga lebih berkualiti. Kebiasaannya, pelet ikan mempunyai nutrisi yang seimbang dan optimum untuk pertumbuhan ikan dan ia dalam bentuk yang padat dan mudah diberi secara terus kepada ikan. Pemilihan makanan oleh ikan dapat dielakkan dan seterusnya mengurangkan pembaziran.

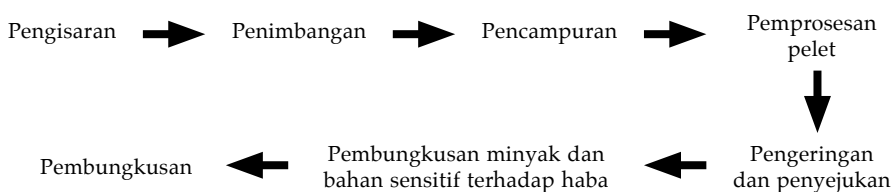
Ikan yang memakan pelet yang disemperit ini mempunyai kadar pertumbuhan yang lebih tinggi berbanding dengan ikan yang memakan pelet ikan yang dihasilkan tanpa melalui proses penyemperitan. Kenyataan ini disokong oleh kajian terdahulu yang menunjukkan ikan memakan pelet yang dihasilkan menggunakan teknik penyemperitan mempunyai pertambahan berat dan penggunaan nutrien yang lebih tinggi. Teknik penyemperitan menghasilkan pelet ikan berkualiti yang dapat merangsangkan pertumbuhan ikan dan seterusnya membawa manfaat kepada penternak ikan.

Proses penghasilan pelet ikan dengan teknik penyemperitan

Proses penghasilan pelet ikan dengan teknik penyemperitan bermula dengan proses pengisaran, penimbangan, pencampuran, pemrosesan pelet, pengeringan, penyemburan salut dengan minyak yang mengandungi bahan yang sensitif terhadap haba serta pembungkusan (*Carta alir 1*). Bahan mentah contohnya bijirin dan bahan berserat perlu dikisar halus terlebih dahulu untuk meningkatkan luas permukaan bagi pencernaan nutrien, memudahkan pencampuran secara sekata dan penghasilan pelet dengan teknik penyemperitan. Jika tidak, air tidak dapat menembusi bahan mentah yang bersaiz besar secara sekata dan pelet yang dihasilkan akan mempunyai bahagian yang kering,

retak dan patah. Keadaan pelet sebegini menunjukkan kualiti pelet yang rendah. Selain itu, bahan mentah yang halus dapat diproses melalui lubang acuan yang kecil dalam mesin penyemperitan. Selepas pengisaran, bahan-bahan ditimbang mengikut formulasi makanan dan dicampur gaul sebati. Minyak dan bahan mentah yang sensitif terhadap haba dicampur selepas proses penyemperitan yang menggunakan suhu tinggi (*Carta alir 1*).

Secara umumnya, terdapat dua jenis mesin penyemperitan pelet dalam pasaran iaitu mesin penyemperitan kering yang tidak menggunakan penjana stim dan mesin penyemperitan basah yang mempunyai penjana stim. *Gambar 1* menunjukkan mesin penyemperitan kering yang mempunyai dua skru. Air perlu ditambah ke dalam bahan campuran supaya air dapat bertukar menjadi wap atau stim dalam mesin penyemperitan kering. Sebelum bahan campuran halus (*mash*) dicampur air dan dimasukkan ke dalam mesin penyemperitan, bahan-bahan asing seperti batu, kertas, kayu, ketulan makanan diasingkan dengan penapis. Alat pengisi (*feeder*) membantu mengawal kuantiti *mash* masuk ke dalam mesin penyemperitan. Dalam bahagian penyemperitan, *mash* akan bercampur dengan wap air (haba dan air) dan ditolak oleh skru atau penggerak ke acuan. Bahagian pemotong di hujung mesin akan memotong pelet ikan mengikut kepanjangan pelet yang diinginkan. Serbuk (*finer*) atau pelet yang terlalu pendek boleh diproses semula ke dalam mesin penyemperitan untuk kali ke-2 dan proses ini disebut sebagai kitar semula (*recycle*).



Carta alir 1. Proses penghasilan pelet ikan menggunakan kaedah penyemperitan



Gambar 1. Mesin penyemperitan kering yang mempunyai dua skru

Saiz pelet adalah bergantung kepada diameter acuan. Mesin penyemperitan boleh menghasilkan pelet diameter daripada 1.0 – 10 mm dengan penggunaan acuan yang mempunyai saiz lubang yang berbeza. Biasanya, saiz pelet ikan yang dihasilkan ialah diameter antara 2 – 6 mm mengikut peringkat pertumbuhan ikan. Mesin penyemperitan juga dapat menghasilkan tiga jenis pelet iaitu jenis terapung (*floating*), tenggelam (*sinking*) dan tenggelam secara perlahan (*slow sinking*) bergantung kepada formulasi, kesesuaian habitat dan tabiat makan suatu spesies ikan.

Dalam proses pengeringan, pelet dikeringkan sehingga mencapai bawah 12% kelembapan. Pelet kering mudah dikendali dan boleh disimpan untuk tempoh yang lebih lama dengan purata lima bulan berbanding dengan pelet basah. Pelet kering seterusnya disemur dengan minyak dan aditif yang sensitif terhadap haba seperti vitamin, probiotik, enzim dan lain-lain. Haba dalam mesin penyemperitan adalah tinggi dan akan menjadikan aditif yang sensitif terhadap haba ternyahasli (*denatured*) dan hilang fungsi. Akhirnya, pelet ikan yang kering dan bersuhu bilik akan dibungkus dalam beg yang mempunyai plastik dalaman dan boleh disimpan sehingga empat atau lima bulan dengan penambahan antioksidan dan antikulat atau masa yang lebih lama jika disimpan di dalam bilik bersuhu rendah.

Pengikat dan pengkondisian berwap panas meningkatkan kestabilan pelet ikan

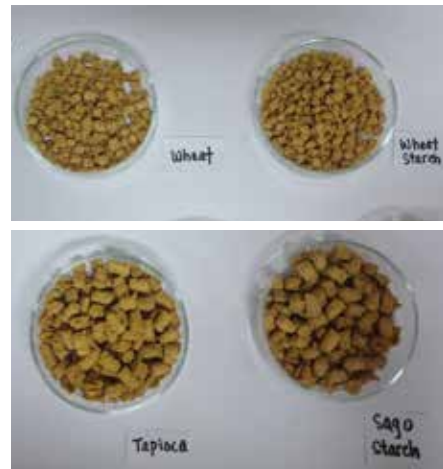
Berbeza dengan makanan ternakan lain, kestabilan pelet ikan dalam air adalah kriteria yang sangat penting dan perlu dipenuhi untuk memastikan pemberian nutrien yang cukup kepada ikan. Kestabilan pelet yang tinggi dalam air didefinisikan sebagai pengekalan integriti fizikal pelet dengan kehancuran dan pelarutan nutrien yang rendah dalam air sehingga dimakan. Kestabilan pelet ikan yang rendah akan menjejaskan kualiti air dan prestasi pertumbuhan ikan.

Pengikat (*binder*) adalah agen yang membina ikatan kuat antara partikel melalui tindak balas kimia untuk meningkatkan ketahanan dan kestabilan pelet. Kanji dan protein bukan saja boleh meningkatkan nutrien dalam makanan malah merupakan bahan pengikat semula jadi (*natural binders*) yang baik. Dalam pembuatan pelet yang melibatkan wap panas dan tekanan tinggi, pengelatinan kanji dan penyahaslian (*denature*) protein berlaku. Seterusnya, molekul-molekul dalam *mash* diikat bersama oleh pengikat. Setiap jenis pengikat mempunyai ciri-ciri yang berbeza. Pemilihan pengikat yang sesuai adalah berdasarkan kepada sifat mengikat dan kesannya kepada nutrien di dalam pelet. Pemahaman berkaitan bagaimana kanji yang berlainan dapat mempengaruhi kestabilan pelet adalah penting dalam pembuatan pelet makanan ikan. *Gambar 2* menunjukkan keadaan fizikal pelet ikan yang dihasilkan dengan pengikat yang berbeza. Untuk pengaktifan pengikat, pengkondisian berwap panas (*steam conditioning*) adalah penting bagi membekalkan haba dan kelembapan.

Pengkondisian berwap panas adalah proses termo mekanik yang melibatkan penambahan haba dan wap air ke dalam *mash* dengan kehadiran tekanan. Pengkondisian ini bertujuan untuk memanaskan dan melembapkan *mash* supaya bertukar kepada keadaan fizikal lain yang akan memudahkan pemprosesan pelet. Suhu, kelembapan dan tekanan juga berbeza bergantung kepada interaksi antara jenis mesin dan bahan-bahan mentah yang digunakan. *Mash* ditolak dan dipadatkan ke dalam acuan dengan tekanan daripada pergerakan skru ke acuan, disemprit dan dipotong kepada saiz pelet yang diperlukan. Suhu, kelembapan dan tekanan yang sesuai diperlukan supaya *mash* dikondisi secara optimum dan menghasilkan pelet yang berkualiti.

Jadual 1 menunjukkan kesan penambahan 15% pengikat semula jadi iaitu tepung gandum, kanji gandum, kanji jagung dan kanji ubi kayu terhadap kestabilan pelet. Penambahan 20% air ke dalam bahan campuran sebelum diproses dalam mesin penyemperitan kering (SIMA, Teck Seng Machinery (M) Sdn. Bhd.) yang ditunjuk dalam *Gambar 1*. Suhu mesin diselaraskan pada suhu 80 °C di permulaan, 120 °C di tengah dan 130/140/150 °C di hujung skru bahagian penyemperitan. Kelajuan skru diselaraskan pada 10 atau 15 unit (0 berhenti; 50 maksimum). Kelajuan skru untuk menolak *mash* dari *feeder* ke acuan mempengaruhi tekanan dalam mesin dan masa pendedahan *mash* kepada haba, wap air dan tekanan.

Pengikat yang digunakan dalam kajian menghasilkan pelet yang mempunyai kestabilan sekurang-kurangnya 83% ke atas. Ini menunjukkan semua pengikat yang digunakan sesuai dalam penghasilan pelet ikan. Tepung gandum sesuai dijadikan sebagai pengikat dengan kehadiran kanji yang tinggi, tahap serat yang rendah dan



Gambar 2. Pelet ikan yang dihasilkan dengan menggunakan agen pengikat yang berbeza (gambar atas dan bawah)

Jadual 1. Kestabilan makanan ikan dengan pengikat yang berlainan selepas 60 minit dalam air

Rawatan (suhu pada hujung skru, kelajuan skru)	Kestabilan pelet ikan dalam air (%)			
	Tepung gandum	Kanji gandum	Kanji jagung	Kanji ubi kayu
130 °C, 10 unit	85.52	83.52	88.28	84.09
130 °C, 15 unit	92.58	84.26	87.06	88.59
140 °C, 10 unit	88.41	89.58	88.58	87.53
140 °C, 15 unit	86.56	87.11	89.49	88.48
150 °C, 10 unit	83.63	91.28	89.85	90.44
150 °C, 15 unit	87.29	84.02	91.96	88.53

mempunyai protein gluten. Manakala, kanji gandum, kanji jagung dan kanji ubi kayu mempunyai kandungan kanji yang tinggi (*Jadual 2*).

Pelet yang dihasilkan dengan penggunaan tepung gandum, dengan suhu 130 °C pada hujung skru dan kelajuan 15 unit mempunyai kestabilan pelet yang tertinggi iaitu 92.58%. Protein ternyahasli memerlukan suhu yang lebih rendah berbanding dengan kanji untuk mengikat molekul-molekul pelet. Manakala bagi kanji, pelet dihasilkan menggunakan pengikat kanji jagung dan kanji ubi kayu pada suhu 150 °C pada hujung skru mempunyai kestabilan pelet ikan yang lebih tinggi berbanding dengan pelet yang mengandungi tepung gandum. Kanji memerlukan haba tinggi (80 °C ke atas) dan kehadiran air untuk proses pengelatinan bagi bertindak sebagai pengikat untuk menghasilkan pelet berkualiti. Pelet yang lebih stabil dalam air memastikan lebih banyak nutrien makanan tidak terlarut dalam air dan diambil oleh ikan.

Kepentingan kelembapan dalam pemprosesan pelet

Air yang terdapat dalam bahan mentah dan wap air yang dibekalkan oleh penjana stim atau tambahan air dalam bahan campuran meningkatkan kelembapan dalam mesin. Kelembapan membantu meningkatkan pengikatan pelet melalui proses pengkondisian berwap panas. Oleh itu, air merupakan salah satu faktor utama yang boleh mempengaruhi pengelatinan dan membantu kestabilan pelet ikan dalam air. *Gambar 3* menunjukkan pelet ikan yang dihasilkan dengan penambahan 20% dan 30% air dalam bahan-bahan campuran sebelum diproses dalam mesin penyemperitan kering dengan suhu 80 °C, 120 °C dan 150 °C di permulaan, tengah dan hujung skru serta kelajuan skru ditetapkan pada 15 unit. Kestabilan air untuk kedua-dua pelet ini ditunjukkan dalam *Jadual 2*.

Jadual 3 menunjukkan penambahan air sebanyak 30% ke dalam bahan campuran sebelum proses penyemperitan dapat membantu meningkatkan kestabilan pelet ikan dalam air. Sebelum proses penyemperitan, air dicampur dengan bahan-bahan mentah agar bahan-bahan mentah bertindak balas dengan air lalu menjadi lembut. Air menembusi molekul dan menyebabkan penghabluran semula (*recrystallization*) berlaku. Dalam mesin penyemperitan, kelembapan yang mencukupi memastikan *mash* dikondisi secara sekata. Dalam pengelatinan kanji, pemecahan ikatan intermolekul berlaku antara molekul-molekul kanji.

Jadual 2. Perbezaan kandungan kimia bahan pengikat

Tepung gandum	Kanji gandum	Kanji jagung	Kanji ubi kayu
Kandungan kanji yang tinggi, tahap serat yang rendah dan mempunyai protein gluten	Kandungan kanji yang tinggi	Kandungan kanji yang tinggi	Kandungan kanji yang tinggi

Kanji menjadi lebih larut dan bertukar kepada gula yang lebih ringkas dengan kehadiran air dan haba. Dengan ini, tapak ikatan hidrogen molekul kanji dapat mengikat lebih banyak molekul air dan mengembang. Tindakan pengelatinan mendorong kepada pembentukan ikatan antara kanji dengan komponen-komponen lain. Pelet ikan yang dihasilkan mengembang dan mempunyai luar permukaan yang licin. Serbuk (*fines*) juga dapat dikurangkan semasa pemprosesan pelet. Kuantiti air yang ditambah adalah dipengaruhi oleh bahan-bahan mentah yang diguna, kelembapan dalam mesin, suhu dan lain-lain. Kelembapan air yang diperlukan dalam pemprosesan pelet adalah berdasarkan kepada pengalaman pengendali mesin dan diubah mengikut keadaan semasa pemprosesan pelet.



Gambar 3. Pelet ikan yang dihasilkan dengan penambahan 30% (kiri) dan 20% air (kanan)

Jadual 3. Kesan penambahan air kepada kestabilan makanan dalam air

Masa (min)	Kestabilan pelet ikan dalam air (%)	
	20% air	30% air
1	85	98
5	84	97
10	79	95
20	78	92

Kesimpulan

Kos makanan ikan yang semakin meningkat telah membebankan para penternak ikan. Penghasilan pelet ikan dengan teknik penyemperitan merupakan antara usaha dalam pembangunan industri akuakultur secara mampan dan membolehkan penggunaan sumber dan bahan sampingan agro tempatan secara optimum. Penggunaan pelet ikan yang berkualiti tinggi boleh menjamin prestasi pertumbuhan ikan yang baik dan kualiti ikan yang dihasilkan. Jaminan bekalan makanan ikan yang mencukupi adalah faktor yang penting untuk terus mendorong perkembangan industri akuakultur di Malaysia.

Penghargaan

Kajian ini dibiayai oleh Projek Pembangunan RMKe-11 (P-RL412). Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pegawai-pegawai dan kakitangan Program Makanan dan Nutrisi, Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI atas sokongan dan bantuan dalam melaksanakan kajian ini.

Bibliografi

- Abdul Manaf, M.S. (2017). Status of aquaculture feed and feed ingredients production and utilization in Malaysia. Diperoleh dari www.enaca.org/?id=894
- Arifen, A.W., Yong, S.T., Zainal, A.A.R. dan Samat, N. (2018). Addition of water to feed ingredients can improve water stability of fish feed which produced by dry extruder. Proceeding of 18th AAAP Congress, Kuching, m.s. 290
- Ammar, A.A., Abd-Elgawas, A.S. dan Salama, A.A. (2008). Effect of extruded and non-extruded fish pellet on growth performance and total production of Nile tilapia and grey mullet fingerlings reared in a polyculture system in earthen ponds. Dalam: 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo, Egypt, 12 – 14 Oktober. m.s. 823 – 834
- Ayoola, O. (2020). Influence of the animal feed binders on optimal nutritional and physical qualities of the animal feed pellets and feed production capacity- a literature review. Master thesis. Norwegian University of Life Sciences
- Department of Fisheries Malaysia (DOF) (2020). Diperoleh dari <http://www.dof.gov.my/>
- Solomon S.G., Gabriel, A. dan Abeje A. (2011). Water stability and floatation test of fish pellets using local starch sources and yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*). *International Journal of Latest Trends in Agricultura and Food Science*. 1: 1 – 5
- Warta Kerajaan Persekutuan (2012). Peraturan-Peraturan Makanan Haiwan (Pembuatan Dan Penjualan Makanan Haiwan Atau Bahan Tambahan Makanan Haiwan) 2012. Jabatan Peguam Negara Malaysia. Diperoleh dari <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mal189880.pdf>

Ringkasan

Makanan ikan kian mendapat perhatian di pasaran berikutan perkembangan pesat industri akuakultur di Malaysia. Namun begitu, penghasilan makanan ikan yang berkualiti haruslah dipastikan mencukupi untuk menggalakkan perkembangan industri ini. Dalam pemprosesan makanan ikan, penggunaan teknik penyemperitan membantu menghasilkan pelet yang berkualiti untuk mempercepat kadar pertumbuhan ikan. Tepung gandum, kanji gandum, kanji jagung dan kanji ubi kayu adalah antara agen pengikat semula jadi dan dapat menghasilkan pelet ikan yang mempunyai kestabilan air yang tinggi. Faktor-faktor penting dalam pemprosesan pelet termasuklah haba, tekanan dan kelembapan penting dalam pemprosesan pelet. Pemprosesan pelet ikan sendiri oleh penternak dan pengusaha kecil dengan penggunaan teknik penyemperitan memainkan peranan penting untuk jaminan bekalan makanan ikan yang mencukupi, mengurangkan kebergantungan kepada bahan-bahan mentah import, meningkatkan pendapatan penternak ikan dan membolehkan sektor akuakultur kekal berdaya saing dan mampan.

Summary

Fish feed is gaining attention from the market due to the rapidly growing aquaculture sector in Malaysia. However, sufficient production of quality fish feed must be ensured to be sufficient to encourage the growing of the aquaculture sector. In fish pellet processing, the use of extrusion techniques produces good quality fish pellets that promotes the growth of fish. Wheat flour, wheat starch, corn starch and cassava starch are natural binders that allow the production of fish pellets with high water stability. Heat, pressure and moisture are important factors in pellet processing. Locally produced fish pellets with extrusion technique by smallholder fish farmers play a vital role in assuring an adequate supply of fish feed, reducing import dependency, increasing the income of fish farmers and the aquaculture sector remains competitive and sustainable.

Pengarang

Yong Su Ting

Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400, Serdang, Selangor

E-mel: yongsuting@mardi.gov.my

Arifen Abd Wahad

Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400, Serdang, Selangor

Tang Hooi Chia

International Medical School, Management and Science University (MSU)

University Drive, Off Persiaran Olahraga

40100, Shah Alam, Selangor

