

**MATERI PELATIHAN BERBASIS
KOMPETENSI BERBASIS SKKNI
LEVEL IV**

**Klaster : Penyediaan Pakan Ikan
Air Tawar**



BUKU INFORMASI

**MEMBUAT PAKAN BUATAN
PRK.CF.02.013.01**

Penulis : Intan Rahima Sary, S.St.Pi., M.Si

Editor : Leli Lisnawati, S.Pi

**Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Tahun 2019**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
A. TUJUAN UMUM	2
B. TUJUAN KHUSUS	2
BAB II MENYIAPKAN BAHAN DAN ALAT	3
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam menyiapkan bahan dan alat	3
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan bahan dan alat	92
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan bahan dan alat	92
BAB III MENENTUKAN METODE PEMBUATAN PAKAN	93
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam menentukan metode pembuatan pakan	93
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menentukan metode pembuatan pakan 105	
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menentukan metode pembuatan pakan	105
BAB IV MERAMU PAKAN BUATAN.....	106
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam meramu pakan buatan.....	106
B. Keterampilan yang diperlukan dalam meramu pakan buatan	115
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam meramu pakan buatan.....	115
BAB V MENCETAK PAKAN BUATAN.....	116
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam mencetak pakan buatan	116
B. Keterampilan yang diperlukan dalam mencetak pakan buatan	140
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam mencetak pakan buatan.....	140
BAB VI MENGEMAS PAKAN BUATAN	141
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam mengemas pakan buatan.....	141
B. Keterampilan yang diperlukan dalam mengemas pakan buatan.....	147
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam mengemas pakan buatan.....	148
DAFTAR PUSTAKA.....	149
A. Buku Referensi	149
B. Referensi Lainnya	149
Daftar Alat Dan Bahan.....	153
A. Daftar Peralatan/Mesin	153
B. Daftar Bahan	153
DAFTAR PENYUSUN	154

BAB I PENDAHULUAN

A. TUJUAN UMUM

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu membuat pakan buatan dan membuat laporan hasil pembuatan pakan.

B. TUJUAN KHUSUS

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi Membuat Pakan Buatan ini guna memfasilitasi peserta sehingga pada akhir diklat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan dan alat
2. Menentukan metode pembuatan pakan buatan
3. Meramu pakan buatan
4. Mencetak pakan buatan
5. Mengemas pakan buatan

BAB II

MENYIAPKAN BAHAN DAN ALAT

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam menyiapkan bahan dan alat

1. Bahan Baku Pakan

Pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari berbagai macam bahan baku pakan baik nabati maupun hewani dengan memperhatikan kandungan gizi, sifat dan ukuran ikan. Komposisi nutrisi dalam pakan buatan yang disusun berdasarkan kebutuhan zat gizi setiap jenis ikan disebut dengan formulasi pakan. Formulasi yang baik berarti mengandung semua zat gizi yang diperlukan ikan dan secara ekonomis murah serta mudah diperoleh sehingga memberikan keuntungan. Sementara itu, untuk menyusun formulasi pakan dibutuhkan pengetahuan tentang bahan baku pakan. Oleh karenanya, dalam modul ini akan disajikan pengetahuan tentang bahan baku pakan terlebih dahulu sebelum membahas penyusunan formulasi pakan.

Komposisi nutrisi bahan baku yang terkandung dalam pakan akan berbeda-beda tergantung pada kebutuhan nutrisi pada masing – masing biota air. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku pakan merupakan langkah awal dalam penyusunan formulasi pakan. Selain memilih bahan baku apa saja yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan pakan, kandungan atau komposisi nutrisi dari setiap bahan baku tersebut juga harus diketahui.

Salah satu nutrisi yang harus tersedia dalam bahan baku pakan adalah protein, karena zat ini merupakan komponen utama untuk pertumbuhan ikan. Akan tetapi untuk menghitung kebutuhan energi yang terkandung dalam pakan, perlu juga diketahui komponen nutrisi yang lain, seperti karbohidrat dan lemak. Oleh karena itu, kandungan nutrisi dari setiap bahan baku harus diketahui, diantaranya adalah:

- Bahan baku sumber protein, misalnya tepung ikan, tepung kepala udang, tepung bekicot, limbah peternakan, dll.
- Bahan baku sumber karbohidrat, misalnya tepung jagung, tepung dedak, tepung bungkil kedelai, tepung sagu, dll.

- Bahan baku sumber lemak, contohnya minyak ikan, Crude Palm Oil (CPO), dll.
- Bahan baku sumber vitamin, meliputi tepung jagung, tepung ikan, dll.
- Bahan baku sumber mineral, contohnya tepung tulang, tepung kulit kerang, dll.
- Bahan baku suplemen, misalnya vitamin mix, mineral mix, premix, dll.

Secara umum, terdapat 4 (empat) kelompok bahan baku pakan ikan, yaitu bahan baku hewani, bahan baku nabati, bahan baku limbah industri pertanian dan bahan tambahan. Dalam penentuan bahan baku tersebut, perlu dipertimbangkan terpenuhinya beberapa persyaratan berikut ini:

- Mempunyai nilai gizi tinggi
- Mudah diperoleh
- Mudah diolah
- Tidak mengandung racun
- Harganya relatif murah
- Tidak merupakan makanan pokok manusia sehingga tidak merupakan saingan.

a) Bahan baku hewani adalah bahan baku pembuatan pakan yang berasal dari hewan darat maupun air, misalnya tepung ikan, tepung bekicot, tepung rebon, tepung kepala udang, tepung tulang, tepung darah, dll. Bahan baku hewani ini selain merupakan sumber protein yang mudah dicerna, juga mengandung asam amino yang lebih lengkap dibandingkan dengan bahan baku nabati.

1) Tepung ikan

Selain sebagai salah satu bahan pakan yang mengandung protein cukup tinggi dan sebagai sumber mineral terutama kalsium dan fosfor, tepung ikan juga memiliki kualitas yang baik karena mengandung asam amino esensial (*methionon* dan *lisin*) yang sangat dibutuhkan ikan.

Sumber tepung ikan dapat berasal dari lokal dan impor. Harga tepung ikan impor lebih mahal dibandingkan dengan tepung ikan lokal. Hal ini disebabkan karena tepung ikan impor mengandung protein lebih tinggi, yaitu sekitar 56% dan terbuat dari ikan segar *anchovy* yang bermutu baik

dan mengandung sedikit garam. Beberapa negara penghasil tepung ikan impor ini adalah Chili, Peru, China dan Thailand. Sedangkan tepung ikan lokal mengandung protein yang lebih rendah, yaitu sekitar 47%. Selain itu, mutunya juga jauh lebih rendah dibandingkan tepung ikan impor karena ikan yang digunakan sebagai tepung berasal dari jenis yang beragam, dan terkadang dicampur dengan limbah ikan. Bau tepung ikan lokal juga lebih menyengat dan berasa asin karena pengawetan dengan garam.

Tabel 1 Komposisi Kimia Tepung Ikan Lokal dan Impor

Komponen	Satuan	Tepung Ikan	
		Lokal	Impor
Bahan Kering	%	86,58	88,53
Protein Kasar	%	47,85	55,57
Abu	%	26,05	20,39
Serat kasar	%	1,49	2,28
Lemak	%	8,09	8,96
BETN	%	3,08	4,99
Kalsium (Ca)	%	4,52	4,75
Fosfor (P)	%	2,19	2,45
NaCl	%	5,99	1,28
Energi Bruto	Kal/g	3.730,14	4.099,55

Sumber: *Laboratorium Makanan Ternak, Balai Besar Industri Agro (2003), Laboratorium Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB (1998)*

2) Tepung Bekicot

Tepung bekicot dapat menggantikan tepung ikan karena mengandung protein yang tinggi, yaitu 54 – 64%, lemak 4%, serat kasar 2-3%, dan mengandung mineral (khususnya Ca, P). Selain itu, bekicot terdapat di alam atau dibudidaya, sehingga cenderung mudah didapatkan dan harganya murah.

3) Tepung rebon dan benawa

Rebon merupakan udang – udangan kecil, sedangkan benawa adalah anak – anak kepiting laut. Tepung rebon dan benawa mengandung protein yang cukup tinggi, akan tetapi sulit dicerna karena mengandung kitin.

4) Tepung tulang

Tepung tulang berasal dari sapi, kerbau, atau kambing yang dihaluskan sehingga menjadi tepung. Tepung tulang ini kaya akan mineral, sehingga penggunaannya sebagai bahan baku pembuatan pakan ikan hanya 5% dalam komposisi pakan ikan komersial.

b) Bahan baku nabati merupakan bahan baku pembuatan pakan ikan yang diperoleh dan berasal dari tumbuhan, contohnya adalah tepung kedelai, tepung jagung, dedak, tepung terigu, dll. Pada umumnya, bahan nabati menjadi sumber karbohidrat, protein dan vitamin.

1) Tepung Bungkil Kedelai

Kedelai merupakan sumber protein nabati yang sangat baik dipakai dalam formulasi pakan, karena mudah dicerna dan mengandung asam amino esensial. Sebaiknya tepung kedelai diambil dari bungkil kedelai, karena memiliki kandungan lemak yang rendah atau bebas lemak, dibandingkan dengan tepung kedelai yang didapatkan dari biji kedelai utuh.

Keberadaan bungkil kedelai dalam pakan dapat diganti dengan sumber protein lain, misalnya ampas kecap (sebanyak 5%), bungkil kapuk (sebanyak 2,5%) dan ampas tahu (sebanyak 10,2%). Namun begitu, terdapat kelemahan dari bahan – bahan pengganti tersebut, antara lain:

- Ampas kecap, mempunyai kadar garam tinggi
- Bungkil kapuk, mengandung zat antinutrisi
- Ampas tahu, mempunyai serat kasar yang tinggi dan mudah tengik.

Tabel 2. Komposisi Kimia Bungkil Kedelai dan Bahan Baku Penggantinya

Komponen	Satuan	Bungkil Kedelai	Bungkil Kapuk	Ampas Kecap	Ampas Tahu
Bahan Kering	%	87,63	90,02	87,83	86,68
Protein Kasar	%	40,41	31,37	26,79	21,25
Abu	%	6,09	6,94	24,89	3,03
Serat kasar	%	7,668	31,81	7,72	20,24
Lemak	%	3,65	5,83	20,16	8,16
BETN	%	29,66	23,42	11,40	34,13
Kalsium (Ca)	%	0,32	0,40	0,37	0,63
Fosfor (P)	%	0,64	0,87	0,41	0,24
NaCl	%	-	-	20,60	-
Energi Bruto	Kal/g	4.326,6	-	4.541	3.773

Sumber: *Laboratorium Makanan Ternak, Balai Besar Industri Agro (2003), Laboratorium Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB (1998)*

2) Tepung jagung

Tepung jagung dapat berasal dari jenis jagung putih, jagung kuning, maupun jagung agak merah yang digiling halus. Dari ketiga jenis jagung tersebut, jagung kuning mengandung protein dan energi yang lebih besar dibandingkan dengan jagung putih. Selain itu, jagung kuning banyak mengandung karotin pro vitamin A yang tidak terdapat pada jagung putih. Penggunaan jagung dalam komposisi pakan diperbolehkan dengan jumlah 10 – 30%, karena penggunaan jagung yang terlalu banyak akan menyebabkan kandungan protein dalam pakan rendah, dan sebaliknya kandungan karbohidratnya tinggi.

Tabel 3. Komposisi Kimia Jagung

Komponen	Satuan	Komposisi
Bahan Kering	%	86,46
Protein Kasar	%	10,56
Abu	%	2,09
Serat kasar	%	2,84
Lemak	%	4,93
BETN	%	66,99
Kalsium (Ca)	%	0,06
Fosfor (P)	%	0,36
Energi Bruto	Kal/g	4.084,35

Sumber: *Laboratorium Makanan Ternak, Balai Besar Industri Agro (2003) dan Laboratorium Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB (1998)*

3) Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan olahan dari biji gandum yang umumnya digunakan sebagai bahan baku pakan ikan karena mengandung protein yang cukup tinggi. Selain itu, dalam proses pengolahan pakan, tepung terigu juga berfungsi sebagai perekat. Kandungan nutrisi yang terkandung dalam tepung terigu adalah protein (9%); karbohidrat (77%); lemak (1 – 1,5%); dan air (12%).

c) Bahan baku limbah industri pertanian merupakan bahan baku yang berasal dari limbah pertanian baik hewani maupun nabati, seperti tepung darah, tepung kepala udang, bungkil kelapa, ampas tahu atau dedak halus.

1) Tepung Darah

Darah yang akan dibuat tepung dapat berasal dari limbah rumah pemotongan ternak. Tepung darah mengandung protein sebanyak 71,45%, lemak 0,42%, karbohidrat 13,12%, serat 7,95% dan air 5,19%. Meskipun protein yang terkandung dalam darah cukup tinggi, akan tetapi penggunaannya disarankan < 5%, karena proteinnya sulit dicerna.

2) Tepung cangkang udang

Cangkang udang adalah bahan yang berasal dari hasil pembuangan atau limbah industri pengolahan, biasanya terdiri dari kepala, kulit dan sedikit sisa daging. Tepung ini merupakan bahan baku yang potensial dan baik untuk pembuatan pakan. Tepung cangkang udang mengandung protein dan serat yang cukup tinggi serta kitin yang sulit dicerna oleh ikan, sehingga pemakaiannya dalam pakan sebaiknya tidak melebihi 10%.

3) Tepung Tetalan Daging Sisa (limbah industri)

Tepung ini berasal dari sisa – sisa daging yang melekat di kepala, kaki, dan jeroan (lambung, usus, hati dan limpa). Tepung ini dapat menggantikan tepung ikan 100%.

4) Tepung Bulu

Jika memilih tepung bulu sebagai pengganti tepung ikan, maka jumlahnya tidak boleh lebih dari 5% karena tepung bulu mengandung gelatin yang sulit dicerna oleh ikan. Pada pakan udang, tepung bulu merupakan sumber mineral yang digunakan dalam proses pergantian kulit (*moulting*).

5) Dedak

Dedak berasal dari dalam negeri, yaitu dari hasil ikutan penggilingan padi yang banyak dipakai sebagai bahan formulasi pakan ikan. Bahan yang terkandung dalam dedak adalah:

- Kulit padi atau gabah yang banyak mengandung serat kasar dan mineral
- Selaput putih yang mengandung protein, vitamin B1, lemak dan mineral
- Bahan karbohidrat yang mudah dicerna

Salah satu kelemahan dari dedak adalah mengandung lemak yang tinggi dan mudah tengik, sehingga diperlukan teknologi pengolahan dan penyimpanan yang tidak murah.

Tabel 4. Komposisi Kimia Bungkil Kedelai dan Bahan Baku Penggantinya

Komponen	Satuan	Bungkil Kedelai	Bungkil Kapuk	Ampas Kecap	Ampas Tahu
Bahan Kering	%	87,63	90,02	87,83	86,68
Protein Kasar	%	40,41	31,37	26,79	21,25
Abu	%	6,09	6,94	24,89	3,03
Serat kasar	%	7,668	31,81	7,72	20,24
Lemak	%	3,65	5,83	20,16	8,16
BETN	%	29,66	23,42	11,40	34,13
Kalsium (Ca)	%	0,32	0,40	0,37	0,63
Fosfor (P)	%	0,64	0,87	0,41	0,24
NaCl	%	-	-	20,60	-
Energi Bruto	Kal/g	4.326,6	-	4.541	3.773

Sumber: *Laboratorium Makanan Ternak, Balai Besar Industri Agro (2003) Laboratorium Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB (1998)*

6) Ampas tahu

Ampas tahu merupakan sisa hasil pembuatan tahu yang memiliki kandungan gizi yang cukup baik. Energi yang terkandung dalam ampas tahu sebesar 414 kilokalori. Selain itu, ampas tahu juga mengandung protein 26,6%, karbohidrat 41,3%, lemak 18,3%, kalsium 19%, fosfor 29%, dan zat besi 4%. Dari penelitian yang dilakukan terhadap 100 gram ampas tahu, diketahui ampas tahu juga mengandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B 12 0,2 miligram dan vitamin C 0 miligram.

Menurut Sudigdo (1983), ampas tahu dapat diawetkan dengan mengubahnya menjadi tepung.

Berikut ini disajikan berbagai macam bahan baku hewani, nabati, limbah pertanian dan bahan baku yang berasal dari sumber lainnya, disertai dengan komposisi nutrisi yang terkandung dalam setiap bahan baku pakan tersebut.

Tabel 5. Kandungan Nutrisi dalam Bahan Baku Pakan

JENIS BAHAN BAKU	PROTEIN (%)	KARBOHIDRAT (%)	LEMAK (%)
Nabati			
Tepung dedak padi	11,35	28,62	12,15
Tepung dedak gandum	11,99	64,78	1,48
Tepung cantel	13,00	47,85	2,05
Tepung terigu	8,90	77,30	1,30
Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30
Tepung sagu	7,25	77,45	0,55
Tepung bungkil kelapa	17,09	23,77	9,44
Tepung biji kapok randu	27,40	18,60	5,60
Tepung biji kapas	19,40	-	19,50
Tepung biji gandum	27,8	59,6	4,3
Tepung daun turi	27,54	21,30	4,73
Tepung daun lamtoro	36,82	16,08	5,40
Tepung daun singkong	34,21	14,69	4,60
Tepung jagung	7,63	74,23	4,43
Tepung kanji	0,41	86,40	0,54
Tepung daun akasia	25,7	41,7	5,6
Tepung daun kangkung	28,5	43,6	5,4
Tepung daun pepaya	20,7	42,6	11,6
Tepung kopra	22,0	44,3	6,7
Tepung maizena	62,6	25,9	7,7
Hewani			
Tepung ikan import	62,65	5,81	15,38
Tepung rebon	59,40	3,20	3,60
Tepung benawa/kepiting	23,38	0,06	25,33
Tepung ikan mujair	55,6	7,36	11,2
Tepung ikan teri	63,76	4,1	3,7
Tepung ikan petek	60,0	2,08	15,12
Tepung kepiting	53,62	13,15	3,66
Tepung cumi	62,21	-	-
Tepung ikan kembung	40,63	1,26	5,25
Tepung rebon	13,37	1,67	1,52
Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18
Tepung cacing tanah	72,00	-	-
Telur ayam/itik	12,80	0,70	11,50
Tepung tongkol	55,72	6,62	4,11
Limbah Pertanian			
Isi perut hewan mamalia	8,39	5,54	53,51
Tepung anak ayam	61,65	-	27,3
Bungkil kelapa sawit	18,7	64	4,5
Tepung kepala udang	53,74	0	6,65
Tepung anak ayam	61,56	-	27,30
Tepung kepompong ulat sutera	46,74	-	29,75
Bungkil kacang tanah	49,5	28,3	11,4
Tepung darah	71,45	13,32	0,42
Tepung kerang	66,56	-	-

JENIS BAHAN BAKU	PROTEIN (%)	KARBOHIDRAT (%)	LEMAK (%)
Silase ikan	18,20	-	1,20
Ampas tahu	23,55	43,45	5,54
Bekatul	10,86	45,46	11,19
Sumber Lainnya			
Gelatin	94,4	5,1	0,0
Susu	35,60	52,00	1,00
Ragi	55,2	35,1	0,8

d) Bahan Tambahan

Selain ketiga bahan baku diatas, masih ada bahan lain yang digunakan dalam pembuatan pakan, yaitu bahan tambahan. Bahan tambahan ini merupakan bahan yang berfungsi untuk melengkapi kebutuhan nutrisi yang tidak terdapat dalam bahan baku untuk pembuatan pakan, seperti vitamin mineral, antioksidan, bahan perekat. Bahan tambahan juga berfungsi untuk merangsang nafsu makan atau memberi aroma pakan, memperbaiki tekstur pakan, membantu memperbaiki proses metabolisme ikan dan proses pencernaan.

1) Vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik yang esensial bagi pertumbuhan ikan dan harus didatangkan melalui pakan, sebab ikan tidak mampu mensintesis vitamin dalam tubuhnya. Kebutuhan ikan akan vitamin sebenarnya tidak terlalu besar, namun tetap harus tersedia karena vitamin berperan untuk menjaga agar proses-proses yang terjadi di dalam tubuh ikan tetap berlangsung dengan baik. Vitamin yang ditambahkan ke dalam pakan buatan biasanya adalah vitamin-mix (*premix*), yang merupakan campuran berbagai macam vitamin yang diperlukan oleh ikan, seperti vitamin A, D, E, K, B1, B2, B12, dan C.

Tabel 6. Sumber Vitamin dalam Bahan Baku Pakan

Jenis Vitamin	Sumber
Tiamin	Kedelai, kulit ari biji-bijian, ragi kering dan daging segar
Riboflavin	Daging segar, biji-bijian, dan protein minyak biji-bijian
Piridoksin	Biji-bijian dan limbahnya, ragi, dan daging segar
Asam pantotenat	Kulit ari, ragi, jaringan daging, dan daging ikan
Niasin	Ragi, kacang-kacangan, dan daging
Asam folat	Ragi, daging ikan, dan jaringan glandular (hati dan ginjal)
Vitamin B-12	Daging dan limbah ternak lainnya serta tepung ikan
Asam askorbat	Hati dan ginjal sapi serta ikan segar
Biotin	Tepung ikan, tepung kacang, tepung kedelai, susu, dan

	ragi
Inositol	Terdapat dalam jumlah banyak dalam pakan ikan
Kolin	Benih gandum, kedelai, tepung sayuran, jantung, dan hati
Vitamin A	Minyak ikan dan tepung ikan
Vitamin D	Minyak Ikan
Vitamin E	Benih gandum, kedelai, dan jagung
Vitamin K	Daun alfalfa, kedelai dan hati hewan ternak

Sumber: Modifikasi dari Watanabe, 1988

Keterangan : kolin dan inositol bukan vitamin dalam arti yang sebenarnya tetapi, merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat seperti vitamin.

Kekurangan vitamin atau avitaminosis pada ikan akan mengakibatkan kelainan - kelainan pada tubuh, baik kelainan bentuk maupun fungsi faal (fisiologi). Sebaliknya, apabila kelebihan vitamin juga dapat menimbulkan penyakit hipervitaminosis.

Pemberian pakan ikan dengan suplemen vitamin C 300 mg/kg dapat meningkatkan ketahanan tubuh terhadap stress akibat kandungan oksigen terlalu rendah. Percobaan yang dilakukan Nuranto (1991) menunjukkan bahwa pada ikan lele dengan panjang 7-8 cm membutuhkan kadar vitamin C dalam pakan sebanyak 100 mg/kg pakan, sedangkan kadar vitamin 25 mg/kg pakan memperlihatkan gejala defisiensi. Li (2008) menyatakan bahwa, untuk jenis-jenis ikan catfish, kebutuhan vitamin E berkisar antara 60 – 240 mg/kg ransum ikan. Kadar vitamin E 60 mg/kg pakan dapat memberikan kelangsungan hidup ikan yang tinggi.

Tabel 7. Penggunaan Vitamin Pada Pakan Ikan Untuk Ikan Tropis

Bahan Baku	Kandungan dalam Pakan (mg/kg pakan kering)
Vitamin A	6.000 I.U
Vitamin D ₅	1.000 IU
Vitamin E	60
Vitamin K	12
Vitamin C	240
Vitamin B ₁	24
Vitamin B ₂	24
Vitamin B ₃ (<i>Niacin</i>)	120
Vitamin B ₅ (<i>Pantothenic acid</i>)	60
Vitamin B ₆	24
Vitamin B ₇ (<i>Biotin</i>)	0,24
Vitamin B Kompleks/B ₉ (<i>Folid acid</i>)	6
Kolin Klorida (<i>Choline chloride</i>)	540
Vitamin B ₁₂	0,24

Sumber: Chow, 1982 FI: DP/IND/75/031 FAO, Rome dalam Fish Nutrition Third Edition.

Tabel 8. Penggunaan Vitamin Pada Catfish

Bahan Baku	Kandungan dalam Pakan (mg/kg pakan kering)
Vitamin A	800 I.U
Vitamin D ₃	400 IU
Vitamin E	8
Vitamin K (<i>Menadione</i>)	4
Vitamin C	80
Vitamin B ₇ (<i>Biotin</i>)	0,4
<i>Choline</i>	1200
Vitamin B Kompleks/B ₉ (<i>Folid acid</i>)	2
Vitamin B ₃ (<i>Niacin</i>)	100
Vitamin B ₅ (<i>Pantothenic acid</i>)	16
Pyridoxine	4
Vitamin B ₂	8
Vitamin B ₁	4
Inositol	12
Vitamin B ₁₂	0,008
BHT	60
Ethoxyquin	40

Sumber: Halver, 1982 FI: DP/HUN/79/001 FAO, Rome dalam *Fish Nutrition Third Edition*.

2) Mineral

Mineral adalah bahan anorganik yang dibutuhkan oleh ikan untuk pembentukan jaringan tubuh, proses metabolisme dan mempertahankan keseimbangan osmosis. Zat-zat mineral dalam tubuh ikan banyak memiliki fungsi antara lain:

- ✓ Membentuk bagian dari kerangka, gigi, kulit dan hemoglobin
- ✓ Mempertahankan sistem *celloid* (tekanan osmosis, *vicisity*, difusi)
- ✓ Sebagai sumber buffer untuk mempertahankan keasaman pada level tertentu.

Pada umumnya, mineral-mineral tersebut didapatkan dari makanan karena ikan tidak dapat memproduksi mineral sendiri. Oleh karena itu, beberapa macam mineral yang penting perlu kita tambahkan pada proses pembuatan pakan. Menurut Lovell, beberapa mineral yang dibutuhkan oleh ikan adalah:

- ✓ Ca (Kalsium) dan P (Phospor), digunakan untuk pertumbuhan tulang dan menjaga agar jaringan tubuh dapat bekerja secara normal.
- ✓ NaCL (Natrium Klorida), digunakan untuk pertumbuhan.
- ✓ Fe (Ferum), digunakan untuk pembentukan sel darah merah.

- ✓ Cu (Cuprum) membantu penggunaan Fe dalam tubuh.
- ✓ I (Iodium), untuk pembentukan tiroxin (hormon tiroid).
- ✓ Mn (Mangan), membantu proses ovulasi dan reproduksi.

Ikan membutuhkan mineral dalam jumlah yang sedikit. Oleh karena itu, kebutuhan optimal mineral yang terkandung dalam pakan hanya sekitar 1 – 2 %.

Tabel 9. Penggunaan Mineral Pada Pakan Ikan Untuk Ikan Tropis

Bahan Baku	Kandungan dalam Pakan (mg/kg pakan kering)
Fe	50
Cu	3
Mn	20
Zn	30
I	0,1
Co	0,01
Se	0,1

Sumber: Chow, 1982 FI: DP/IND/75/031 FAO, Rome dalam Fish Nutrition Third Edition.

3) Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa atau zat antitengik yang dapat menghambat, menunda, memperlambat atau mencegah reaksi oksidasi pakan/bahan pakan meskipun dalam konsentrasi yang kecil, sehingga tidak mudah tengik. Oleh karena itu, senyawa antioksidan memiliki peran penting dalam mempertahankan mutu produk pangan dan menghambat berbagai jenis kerusakan seperti perubahan warna dan aroma, ketengikan, perubahan tekstur dan bahan perubahan nilai gizi. Sumber antioksidan dapat diperoleh secara alami dan sintetis.

Antioksidan alami merupakan antioksidan yang diperoleh secara alami dari dalam bahan pakan itu sendiri, baik yang terbentuk selama dari reaksi-reaksi selama proses pengolahan maupun yang diisolasi dari sumber alami yang tidak dapat dimakan dan digunakan sebagai bahan tambahan makanan. Bahan pangan nabati merupakan bahan pangan yang paling banyak mengandung antioksidan. Penambahan vitamin dalam bahan pangan juga menjadi sumber antioksidan. Salah satu contohnya adalah vitamin E. Sebagai antioksidan, vitamin E dapat melindungi lemak atau

asam lemak yang terdapat dalam membran sel agar tidak teroksidasi. Contoh lain dari antioksidan alami adalah vitamin A, E, C, polyphenol, glutation, asam ellagic, dll.

Selain antioksidan alami, terdapat pula **antioksidan sintetis**, yaitu antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesis reaksi kimia dan diproduksi untuk tujuan komersial, misalnya BHT (*butylated hydroxytoluena*), BHA (*butylated hydroxyanisole*), propil galat, TBHQ (*tert-butil hidroksi quinon*), tokorefol, dll.

Dosis penggunaan dari kebanyakan antioksidan berkisar antara 200 - 300 g/ton untuk bahan baku mengandung lebih dari 10 % lemak. Misalnya penggunaan dalam pakan untuk etoksikuin adalah 150 ppm, BHT 200 ppm, BHA 200 ppm. Pakan mengandung antioksidan dapat disimpan selama 3 - 6 minggu, bahkan jika disimpan pada suhu tinggi (50° C dan kelembaban nisbi 80 - 90 %).

4) Bahan Perekat (binder)

Penggunaan bahan perekat (binder) dalam pakan berhubungan dengan kualitas pakan, terutama sifat fisik pakan. Adanya bahan perekat (binder) di dalam pakan mampu meningkatkan daya apung pakan maupun stabilitas pakan dalam air. Oleh karena itu, bahan perekat (binder) merupakan bahan tambahan yang sengaja ditambahkan ke dalam formula pakan untuk menyatukan semua bahan baku yang digunakan dalam membuat pakan.

Dikenal 2 (dua) jenis bahan perekat, yaitu alami dan sintetis. Contoh bahan perekat alami yang sering digunakan adalah tepung tapioca, tepung gaplek, tepung terigu, tepung jagung, tepung beras, onggol, molasses, bungkil inti sawit, dan rumput laut. Sedangkan bahan perekat sintetis yang biasa digunakan adalah CMC (Carboksil Metil Cellulosa). Akan tetapi, CMC kurang ekonomis dan efektif apabila digunakan sebagai bahan perekat karena harganya cukup mahal. Oleh karena itu, dalam pembuatan pakan skala tradisional atau kecil, banyak menggunakan bahan perekat alami dari bahan baku nabati atau hewani. Selain sebagai bahan perekat, penggunaan

bahan baku nabati dan hewani ini juga akan meningkatkan kandungan protein dalam pakan.

Nasution (2006), dalam penelitiannya menggunakan tepung tapioka sebagai bahan perekat pada pakan ikan sebanyak 5% dan hasilnya pakan ikan memiliki daya apung di atas permukaan air selama ± 10 menit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulia dan Maryanto (2014) tentang uji fisik dan kimiawi pakan ikan yang menggunakan bahan perekat alami, diketahui bahwa penggunaan tepung tapioka dan tepung terigu sebanyak masing-masing 10% dari bobot ramuan pakan mampu meningkatkan daya apung yaitu sebesar 294 – 303,45 menit. **Konsentrasi ini diduga paling efektif karena menyamai daya apung pakan komersil, yaitu 283 menit.** Hasil ini berbanding lurus dengan tingkat kekerasan pakan, tepung tapioka dan tepung terigu selain sebagai sumber energi, juga berperan sebagai bahan perekat yang baik, sehingga pakan yang dihasilkan memiliki tingkat kekerasan yang baik (Mudjiman, 2004).

5) Atraktan

Atraktan adalah bahan yang dicampurkan dalam pakan dengan jumlah sedikit untuk meningkatkan asupan pakan (*feed intake*). Adanya atraktan dalam pakan akan memungkinkan ikan mengenali pakan tersebut sebagai sumber makanannya. Penambahan atraktan pada pakan dapat mempercepat waktu produksi dan penambahan atraktan yang sesuai dapat mengurangi sisa pakan, sehingga kualitas media pemeliharaan dan lingkungan menjadi lebih baik.

Pakan dengan protein rendah biasanya banyak mengandung bahan baku nabati. Pakan jenis ini tidak berbau amis, karena kandungan unsur hewannya rendah. Oleh karena itu, perlu penambahan atraktan dalam pakan pada saat penyusunan formulasi. Pada umumnya, terdapat dua sumber senyawa atraktan yang digunakan dalam pakan, yaitu atraktan alami dan kimiawi. Jika mempertimbangkan aspek keamanan pangan (*food safety*), maka penggunaan bahan alami akan lebih memiliki prospek dibandingkan bahan tambahan kimiawi. Hal ini disebabkan karena efek

kumulatif bahan tambahan kimiawi biasanya terjadi pada makanan yang mengandung bahan kimiawi, sehingga penggunaan dalam jangka panjang dapat berdampak pada kesehatan manusia.

Sumber atraktan alami yang biasa ditambahkan dalam pakan adalah tepung cumi, terasi udang, kerang darah, minyak ikan, atau minyak cumi. Oleh karena bau amis tidak selalu berhubungan langsung dengan nafsu makan dan adakalanya ikan lebih tertarik pada bau pakan tertentu meskipun tidak berbau amis, maka minyak ikan dan minyak cumi meskipun tidak berbau amis, namun merupakan atraktan yang baik. Penelitian yang dilakukan oleh EL-Dakkar pada tahun 2008 menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak daun bawang putih dan marjoram (*dried basil leaves*, DBL) sebagai bahan atraktan dalam pakan ikan nila dapat meningkatkan pencernaan protein dan energi serta menurunkan level pencernaan terhadap lemak dan karbohidrat. Penambahan DBL 2% secara signifikan juga memberikan pertumbuhan lebih baik dan dapat mengurangi limbah. Dua keuntungan yang diperoleh dari penambahan DBL adalah biaya pembuatan pakan yang rendah dan indeks keuntungan yang tinggi karena nilai FCR lebih kecil.

Untuk sumber atraktan kimiawi, beberapa senyawa seperti L-asam amino, nukleotida, dan betaine merupakan stimulus pada mekanisme tanggap ikan terhadap pakan.

2. Metode Penyusunan Formulasi Pakan

Komposisi nutrisi dalam pakan buatan disusun berdasarkan kebutuhan zat gizi setiap jenis ikan. Untuk dapat menentukan jumlah dan kandungan nutrisi pakan yang akan dibuat berdasarkan kebutuhan zat gizi setiap jenis ikan, diperlukan pengetahuan tentang formulasi pakan. Formulasi yang baik berarti mengandung semua nutrisi yang diperlukan ikan, secara ekonomis murah dan mudah diperoleh sehingga memberikan keuntungan.

Terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menyusun formulasi pakan, yaitu:

1. Kebutuhan nutrisi ikan;
2. Kebiasaan makan dan makanan ikan;
3. Ketersediaan bahan lokal, harga dan komposisi bahan;
4. Kemampuan organisme memanfaatkan bahan tersebut;
5. Bahan tambahan yang diperlukan;
6. Tipe pakan yang diinginkan sesuai dengan umur ikan yang dibudidayakan (larva, post larva, induk).

Untuk pakan produksi, disamping memperhatikan nutrisinya juga harus mempertimbangkan faktor ekonomi, penyimpanan dan pengiriman. Tabel yang disajikan di bawah adalah contoh kebutuhan nutrisi pakan untuk ikan lele, ikan gurami dan ikan mas.

Tabel 10. Kebutuhan Nutrisi Untuk Ikan Lele (SNI 01-4087-2006)

No	Jenis Uji	Satuan (dalam pakan)	Persyaratan		
			Benih	Pembesaran (benih/konsumsi)	Induk
1	Kadar air, maks	%	12	12 / 12	12
2	Kadar abu, maks	%	13	13 / 13	13
3	Kadar protein, min	%	30	28 / 25	30
4	Kadar lemak, min	%	5	5 / 5	5
5	Kadar serat kasar, maks	%	6	8 / 8	8
6	Non protein nitrogen, maks	%	0,20	0,20	0,20
7	Kandungan mikroba/toksin (Afiatoksin dan <i>Salmonella</i>)	Ppb kol/g	< 50 – neg	< 50 – neg	< 50 – neg
8	Kandungan antibiotik terlarang - Nitrofurantoin - Ronidazol - Dapsone - Kloramfenikol - Kolikisin - Klorpromazin - Triklorfon - Dimetidazol - Metronidazol - <i>Aristolochia</i> spp	µg/kg	0	0	0
9	Diameter pellet	mm	< 2	2 – 3 / 3 – 4	> 4
10	Floating rate , min	%	80	80	80

Tabel 11. Kebutuhan Nutrisi Untuk Ikan Mas (SNI 01-4266-2006)

No	Jenis Uji	Satuan (dalam pakan)	Persyaratan		
			Benih	Pembesaran	Induk
1	Kadar air, maks	%	12	12	12
2	Kadar abu, maks	%	13	13	13
3	Kadar protein, min	%	30	25	30
4	Kadar lemak, min	%	5	5	5
5	Kadar serat kasar, maks	%	6	8	8
6	Non protein nitrogen, maks	%	0,20	0,20	0,20
7	Kandungan mikroba/toksin (Afiatoksin dan <i>Salmonella</i>)	Ppb kol/g	< 50 – neg	< 50 – neg	< 50 – neg
8	Kandungan antibiotik terlarang - Nitrofurantoin - Ronidazol - Dapson - Kloramfenikol - Kolikisin - Klorpromazon - Triklorfon - Dimetidazol - Metronidazol - <i>Aristolochia</i> spp	µg/kg	0	0	0
9	Diameter pellet	mm	< 2	2 – 3	4 – 10
10	Floating rate , min	%	80	80	80
11	Kestabilan dalam air, min	Jam	1	1	1

Tabel 12. Kebutuhan Nutrisi Untuk Ikan Gurami (SNI 7473:2009)

No	Jenis Uji	Satuan (dalam pakan)	Persyaratan Ukuran Ikan		
			3 – 5 (cm)	5 – 15 (cm)	> 15 (cm)
1	Kadar air, maks	%	12	12	12
2	Kadar abu, maks	%	12	12	13
3	Kadar protein, min	%	38	32	28
4	Kadar lemak, min	%	7	6	5
5	Kadar serat kasar, maks	%	5	6	8
6	Non protein nitrogen, maks	%	0,20	0,20	0,20
7	Kandungan mikroba/toksin - Afiatoksin, maks - Kapang, maks - <i>Salmonella</i>	Ppb kol/g kol/g	50 50 neg	50 50 Neg	50 50 neg
8	Kandungan antibiotik	ppb	0	0	0
9	Diameter pakan	mm	1 – 2	2 – 3	3 – 6

Catatan: nilai pada tabel ini berdasarkan pada kondisi pakan apa adanya (*as feed*)

Salah satu nutrisi yang harus tersedia dalam pakan adalah protein, karena zat ini merupakan komponen utama untuk pertumbuhan ikan. Oleh karena itu, dalam

penyusunan formulasi, kebutuhan bahan baku dihitung berdasarkan nilai protein, standar energi atau berdasarkan imbangan protein dan energi. Namun, penghitungan berdasarkan standar protein lebih banyak digunakan dalam menyusun formulasi pakan. Setelah diketahui kandungan protein dari pakan yang akan dibuat, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan komponen zat-zat gizi yang lain, seperti karbohidrat dan lemak.

Terdapat beberapa cara/metoda untuk menyusun formulasi pakan, diantaranya adalah metode *trial and error*, metode segi empat *pearson*, metode persamaan aljabar, dan metode lembaran kerja (*Worksheet*). Mari kita bahas metode tersebut satu per satu.

a. Metode *Trial and Error*

Metode *trial and error* merupakan metode paling sederhana yang biasanya digunakan oleh pembuat pakan ikan skala kecil. Sesuai dengan namanya, untuk memperoleh kombinasi bahan baku pakan yang tepat dan memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan, diperlukan beberapa percobaan sampai mendapatkan kandungan protein sesuai dengan kebutuhan. Apabila hasilnya baik akan digunakan seterusnya. Namun yang menarik, metode ini dapat dikerjakan secara komputerisasi menggunakan program *excell*. Oleh karena itu, metode ini juga sering disebut dengan model *worksheet*. Untuk mempelajari metode ini, akan diberikan contoh penyusunan formulasi pakan menggunakan metode *trial and error* secara penghitungan manual.

Perhatikan contoh soal berikut ini:

Berapakah jumlah masing – masing bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat 5 kg pakan ikan lele berprotein 35%, jika digunakan bahan sebagai berikut:

Jenis bahan baku	Kadar nutrisi bahan baku (%)		
	Protein	Karbohidrat	Lemak
Dedak padi	11,35	28,62	12,15
Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30
Tepung ikan	62,65	5,81	15,38
Ampas tahu	23,55	43,45	5,54
Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18

Soal tersebut dapat diselesaikan menggunakan beberapa langkah berikut ini:

Langkah 1 → Masukkan jumlah bahan baku yang akan digunakan kemudian jumlahkan, sehingga diperoleh total jumlah bahan baku sebanyak 100%

Jumlah bahan baku ditentukan dengan mempertimbangkan kadar protein bahan baku, jenis ikan yang akan mengkonsumsi, macam-macam bahan baku, harga dan kebutuhan optimal bahan baku untuk setiap jenis ikan.

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	20	?
Tepung kedelai	39,6	20	?
Tepung ikan	62,65	25	?
Ampas tahu	23,55	20	?
Tepung bekicot	54,29	15	?
TOTAL		100	?

↑
Langkah 1

Langkah 2 → Hitung kadar protein pada setiap bahan baku dengan cara mengalikan jumlah bahan baku yang akan digunakan dengan kadar protein bahan baku.

Kadar protein bahan baku dihitung dengan cara mengalikan jumlah bahan baku yang akan digunakan dengan kadar protein bahan baku, misalnya pada dedak padi diperoleh nilai = $(11,35 \times 20)/100 = 2,27$. Lakukan perhitungan tersebut untuk semua jenis bahan baku, sehingga akan diperoleh hasil seperti berikut.

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	20	2,27
Tepung kedelai	39,6	20	7,92
Tepung ikan	62,65	25	15,66
Ampas tahu	23,55	20	4,71
Tepung bekicot	54,29	15	8,14
TOTAL		100	?

↑
Langkah 2

Langkah 3 → Lakukan penjumlahan hasil pengkalian pada Langkah 2 dan dicek apakah jumlah total kadar protein bahan baku telah mencapai 35%

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	20	2,27
Tepung kedelai	39,6	20	7,92
Tepung ikan	62,65	25	15,66
Ampas tahu	23,55	20	4,71
Tepung bekicot	54,29	15	8,14
TOTAL		100	38,70

↑
Langkah 3

Dari hasil tersebut diperoleh kadar protein semua bahan baku adalah 38,70%. Sementara itu, kadar protein yang diinginkan adalah 35%, sehingga terdapat kelebihan sebanyak 3,70%.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengurangan jumlah bahan baku berprotein tinggi dan penambahan jumlah bahan baku berprotein rendah hingga benar – benar diperoleh nilai kadar protein dalam pakan 35%.

Maka, komposisi pakan yang telah diperbaiki menjadi seperti berikut:

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)	<i>Keterangan</i>
Dedak padi	11,35	23	2,61	<i>Penambahan</i>
Tepung kedelai	39,6	22	8,71	<i>Penambahan</i>
Tepung ikan	62,65	20	12,53	<i>Pengurangan</i>
Ampas tahu	23,55	25	5,89	<i>Penambahan</i>
Tepung bekicot	54,29	10	5,43	<i>Pengurangan</i>
TOTAL		100	35,17	

Sehingga, untuk membuat pakan ikan lele sebanyak 5 kg berprotein 35%, diperlukan bahan baku dengan kebutuhan masing – masing sebagai berikut :

Dedak padi : 23 % x 5 kg = 1,15 kg
 Tepung kedelai : 22 % x 5 kg = 1,10 kg
 Tepung ikan : 20 % x 5 kg = 1,00 kg
 Ampas tahu : 25 % x 5 kg = 1,25 kg
 Tepung bekicot : 10 % x 5 kg = 0,50 kg

TOTAL = 5,00 kg

b. Metode Lembaran Kerja (*Worksheet*)

Tujuan penyusunan formulasi model *worksheet* ini adalah untuk mempermudah dalam menghitung kebutuhan bahan baku, sehingga diperoleh formulasi pakan yang lengkap dan akurat beserta kandungan energi, termasuk biaya yang dikeluarkan untuk membuat pakan. Oleh karena itu, metode ini banyak digunakan oleh pembuat pakan.

Metode ini menggunakan alat bantu komputer untuk menghitung jumlah bahan baku yang digunakan dengan membuat lembar kerja (*worksheet*) pada program microsoft *excell*, sehingga membutuhkan pengetahuan tentang penggunaan program *excell*.

Langkah – langkah yang dilakukan dalam membuat formulasi pakan menggunakan model *worksheet* secara sederhana akan dibahas dalam modul ini. Anda dapat mengembangkannya lagi, sehingga memudahkan dalam penghitungan formulasi pakan dan hal – hal lain yang berhubungan dengan komposisi pakan.

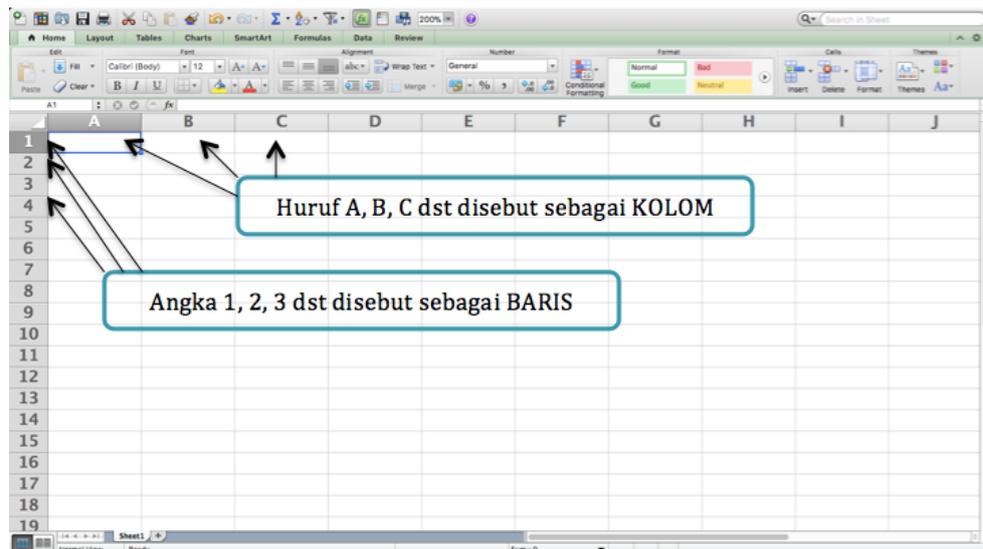
Perhatikan contoh soal berikut ini:

*Akan dibuat pakan untuk ikan mas dengan kandungan protein yang terkandung dalam pakan sebesar 30%, menggunakan bahan baku berupa tepung jagung, dedak halus, tepung terigu, tepung ikan, tepung kedelai, tepung kanji, vitamin premix, mineral dan silase ikan.
Hitung jumlah bahan baku yang diperlukan sesuai dengan komposisinya!*

Untuk menyelesaikan contoh soal yang diberikan, terlebih dahulu Anda harus membuka program *excell*. Pada layar program *excell* akan muncul kolom – kolom dan setiap kolom akan terlihat deretan abjad mulai dari A, B, C, dan seterusnya. Sementara pada barisannya akan terdapat angka 1, 2, 3, dan seterusnya, seperti tampak pada gambar di bawah ini:

Gambar 1

Printscreen contoh Program Excell



Setelah Anda mengetahui perbedaan kolom dan baris pada program excel tersebut, selanjutnya contoh soal di atas dapat diselesaikan dengan mengikuti beberapa langkah berikut ini.

Langkah 1

Masukkan data pada kolom A, B, C dan seterusnya serta pada baris 1, 2, 3 dan seterusnya.

Data – data yang akan dimasukkan dan dihitung meliputi jenis dan jumlah bahan baku, harga bahan baku, serta kandungan nutrisi yang terkandung dalam pakan dan bahan baku yang digunakan. Namun begitu, Anda dapat memasukkan data – data lainnya yang berhubungan dengan penghitungan formulasi sesuai dengan kebutuhan. Misalnya saja, Anda dapat melengkapi dengan menambahkan informasi terkait kandungan nutrisi lainnya yang terkandung dalam bahan baku pakan, seperti kadar air, kadar abu atau BETN.

Data lain yang perlu dicatat pada kolom *excel* adalah kandungan protein pakan yang akan dibuat, sesuai dengan kebutuhan nutrisi makanan yang dibutuhkan oleh ikan. Jangan lupa, sajikan pula batas minimal dan maksimal

kandungan nutrisi pakan, karena ada kemungkinan kandungan nutrisi pakan yang dihasilkan tidak sepenuhnya sama dengan standar nutrisi yang harus terkandung dalam pakan.

Gambar 2
Contoh hasil Langkah 1

NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU	HARGA (RP)		KANDUNGAN BAHAN BAKU						
					PROTEIN (%)		LEMAK (%)		KARBOHIDRAT (%)		
			BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	
1	Tepung ikan										
2	Tepung kedelai										
3	Tepung jagung										
4	Tepung terigu										
5	Tepung kanji										
6	Dedak padi										
7	Silase ikan										
8	Vitamin mix										
9	Mineral										
	MIN										
	Nutrien Pakan										
	MAX										

Langkah 2

Masukkan informasi terkait harga bahan (Rp) dan kandungan nutrisi dalam bahan (%).

Informasi mengenai kandungan gizi/nutrisi dapat Anda peroleh melalui referensi atau hasil analisa proksimat. Misalnya, berdasarkan referensi hasil analisis proksimat, diketahui bahwa tepung jagung mengandung protein sebesar 7,63%, lemak 4,43%, dan karbohidrat 74,23%. Maka, Anda dapat memasukkan kandungan protein tepung jagung pada kolom "BAHAN" di kandungan protein, kandungan lemak pada kolom "BAHAN" di kandungan lemak, dan kandungan karbohidrat pada kolom "BAHAN" di kandungan karbohidrat. Lakukan hal yang sama untuk jenis bahan baku lainnya.

Gambar 3
Contoh Hasil Langkah 2

NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	HARGA (RP)		KANDUNGAN BAHAN BAKU					
			BAHAN	PAKAN	PROTEIN (%)		LEMAK (%)		KARBOHIDRAT (%)	
					BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung ikan		25.000		62,65		15,38		5,81	
2	Tepung kedelai		18.000		39,60		14,30		29,50	
3	Tepung jagung		15.000		7,63		4,43		74,23	
4	Tepung terigu		8.000		8,90		1,30		77,30	
5	Tepung kanji		8.000		0,41		0,54		86,40	
6	Dedak padi		5.000		11,35		12,15		28,62	
7	Silase ikan		10.000		18,20		1,20		-	
8	Vitamin mix		30.000		-		-		-	
9	Mineral		25.000		-		-		-	
	MIN						29,50		5,00	30,00
	Nutrien Pakan	100%								
	MAX						30,40		10,00	35,00

Kandungan protein pakan yang diinginkan adalah 30%, sehingga batasan minimal dan maksimal ditentukan masih dalam batas antara 30%.

Harga bahan baku ditentukan melalui survei harga pasar pada setiap bahan baku. Pengetahuan tentang harga bahan ini berguna untuk mengetahui biaya bahan yang dikeluarkan dalam pembuatan pakan, sehingga dapat membantu dalam menentukan harga jual pakan yang telah dibuat.

Batasan minimum dan maksimum setiap nutrisi ditentukan berdasarkan kebutuhan nutrisi yang harus terkandung dalam pakan. Misalnya, pakan untuk ikan lele yang akan dibuat harus mengandung nutrisi, seperti protein sebesar 30%, karbohidrat sekitar 32% dan lemak 6%. Sehingga, batasan minimum protein yang terkandung dalam pakan adalah 29,5% dan batasan maksimumnya 30,4%. Lemak dengan batasan minimum sebesar 5% dan batasan maksimum sebesar 10%, sedangkan karbohidrat dengan batasan minimum dan maksimum masing – masing sebesar 30% dan 35%. Batasan – batasan tersebut mengandung makna bahwa nilai nutrisi yang diperoleh dari jumlah bahan baku yang ditentukan tidak boleh melebihi atau kurang dari nilai nutrisi yang diinginkan terkandung di dalam pakan.

Langkah 3

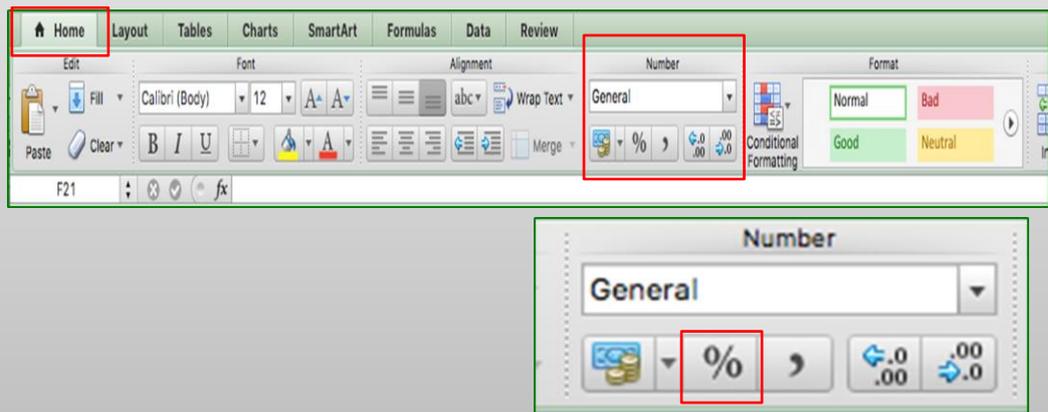
Tentukan jumlah yang diinginkan untuk setiap bahan baku (%).

Untuk melengkapi data jumlah bahan baku di dalam tabel *excel*, maka dilakukan perkiraan jumlah bahan seperti yang telah dipelajari dalam metode *trial and error*. Jumlah seluruh bahan baku tersebut haruslah 100%.

Catatan: Pada kolom jumlah bahan baku, Anda harus merubah bentuk sel menjadi format *PERCENTAGE (%)*.

Caranya :

- Letakkan kursor pada cell JUMLAH BAHAN BAKU (C1 sampai C15)
- Pada tab **Beranda (Home)**, klik tanda “%” yang terdapat pada kolom dialog “Number”



Gambar 4

Hasil Tampilan Penghitungan Jumlah Bahan Baku

NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	HARGA (RP)		KANDUNGAN BAHAN BAKU					
			BAHAN	PAKAN	PROTEIN (%)		LEMAK (%)		KARBOHIDRAT (%)	
					BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung ikan	20%	25.000		62,65		15,38		5,81	
2	Tepung kedelai	25%	18.000		39,60		14,30		29,50	
3	Tepung jagung	10%	15.000		7,63		4,43		74,23	
4	Tepung terigu	10%	8.000		8,90		1,30		77,30	
5	Tepung kanji	10%	8.000		0,41		0,54		86,40	
6	Dedak padi	15%	5.000		11,35		12,15		28,62	
7	Silase ikan	5%	10.000		18,20		1,20		-	
8	Vitamin mix	3%	30.000		-		-		-	
9	Mineral	2%	25.000		-		-		-	
	MIN						29,50		5,00	30,00
	Nutrien Pakan	100%								
	MAX						30,40		10,00	35,00

Jumlah seluruh bahan baku adalah 100%. Pada kolom ini, ketik rumus =SUM(C5:C13). Yang berarti apabila dijumlahkan, maka hasilnya adalah 100%.

Langkah 4

Menghitung kesesuaian kadar nutrisi yang diinginkan dengan jumlah bahan yang digunakan.

Langkah ke-4 dapat diselesaikan dengan menghitung kandungan nutrisi pada protein terlebih dahulu. Kandungan protein dalam pakan dihitung dengan menggunakan rumus:

Protein dalam setiap bahan baku (%) = Jumlah bahan baku (%) x Kadar protein bahan baku

Kandungan protein pakan (%) = Hasil dari penjumlahan kandungan protein dalam setiap bahan baku (%)

Gambar 5

Hasil Penyelesaian Langkah 4

Perhatikan hasil penyelesaian berikut ini.

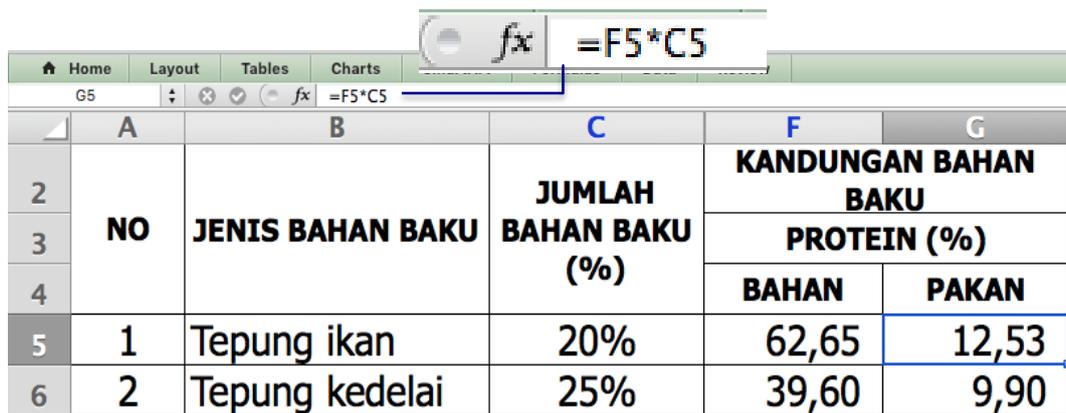
	A	B	C	F	G
2	NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	KANDUNGAN BAHAN BAKU	
3				PROTEIN (%)	
4				BAHAN	PAKAN
5	1	Tepung ikan	20%	62,65	12,53
6	2	Tepung kedelai	25%	39,60	9,90
7	3	Tepung jagung	10%	7,63	0,76
8	4	Tepung terigu	10%	8,90	0,89
9	5	Tepung kanji	10%	0,41	0,04
10	6	Dedak padi	15%	11,35	1,70
11	7	Silase ikan	5%	18,20	0,91
12	8	Vitamin mix	3%	-	-
13	9	Mineral	2%	-	-
14		MIN			29,50
15		Nutrien Pakan	100%		26,74
16		MAX			30,40

Sekarang coba Anda lihat angka-angka yang terdapat di dalam kotak berwarna merah. Angka-angka tersebut adalah hasil perhitungan dari kandungan protein dalam setiap bahan baku sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan di atas. Jika menggunakan program excel, angka-angka tersebut diperoleh dengan rumus ($=F5*C5$), seperti gambar di bawah.

Gambar 6

Contoh rumus tepung ikan dan kedelai

Tanda bintang () adalah simbol untuk perkalian yang digunakan dalam proram excel.*



	A	B	C	F	G
2				KANDUNGAN BAHAN BAKU	
3	NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	PROTEIN (%)	
4				BAHAN	PAKAN
5	1	Tepung ikan	20%	62,65	12,53
6	2	Tepung kedelai	25%	39,60	9,90

Dari Gambar 6, diketahui bahwa kandungan protein bahan baku tepung ikan berada pada kolom F dan baris 5, sehingga dituliskan menjadi F5. Sedangkan jumlah bahan baku (%) tepung ikan, berada pada kolom C dan baris 5, sehingga dituliskan menjadi C5. Sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan di atas, maka untuk mendapatkan kandungan protein tepung ikan adalah kandungan protein bahan baku dikalikan dengan jumlah bahan baku, maka dengan menggunakan aplikasi excel, rumus tersebut menjadi $F5*C5$.

Bagaimana dengan hasil untuk tepung kedelai? Maka lakukan hal yang sama seperti pada tepung ikan. Perhatikan jumlah bahan tepung kedelai tersebut berada pada kolom dan baris yang mana, dan begitu juga dengan kandungan protein tepung kedelai berada pada baris dan kolom berapa, sehingga diperoleh hasil $F6*C6$.

Dengan menggunakan cara yang sama, kini Anda dapat memperoleh hasilnya untuk setiap bahan baku dengan mudah.

*Anda perlu memperhatikan baris dan kolom kandungan nutrisi dan jumlah bahan baku. Misalnya untuk mencari kandungan lemak tepung ikan, maka I5*C5 atau kandungan karbohidrat pada K5*C5*

Sekarang perhatikan angka 26,74 yang terdapat dalam kotak warna biru pada Gambar 5. Angka tersebut adalah "Nutrien Pakan", yang diperoleh dari jumlah total protein yang terkandung dalam masing-masing bahan baku pakan, yaitu $1253\% + 990\% + 76\% + 89\% + 4\% + 170\% + 91\% + 0\% + 0\% = 26,74$. Dalam program excel, angka tersebut diperoleh dengan rumus = SUM(G5:G13).

Lakukan Langkah 4 ini untuk mendapatkan semua nilai nutrisi yang terkandung dalam pakan, termasuk untuk mengetahui biaya operasional bahan baku yang harus dikeluarkan, sehingga diperoleh hasil seperti pada gambar di bawah ini.

Gambar 7

Hasil Printscreen Perhitungan Kandungan Protein, Lemak, Karbohidrat dan Harga Pakan

NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	HARGA (RP)		KANDUNGAN BAHAN BAKU					
			BAHAN	PAKAN	PROTEIN (%)		LEMAK (%)		KARBOHIDRAT (%)	
					BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung ikan	20%	25.000	5.000	62,65	12,53	15,38	3,08	5,81	1,16
2	Tepung kedelai	25%	18.000	4.500	39,60	9,90	14,30	3,58	29,50	7,38
3	Tepung jagung	10%	15.000	1.500	7,63	0,76	4,43	0,44	74,23	7,42
4	Tepung terigu	10%	8.000	800	8,90	0,89	1,30	0,13	77,30	7,73
5	Tepung kanji	10%	8.000	800	0,41	0,04	0,54	0,05	86,40	8,64
6	Dedak padi	15%	5.000	750	11,35	1,70	12,15	1,82	28,62	4,29
7	Silase ikan	5%	10.000	500	18,20	0,91	1,20	0,06	-	-
8	Vitamin mix	3%	30.000	900	-	-	-	-	-	-
9	Mineral	2%	25.000	500	-	-	-	-	-	-
	MIN					29,50		5,00		30,00
	Nutrien Pakan	100%		15.250		26,74		9,16		36,62
	MAX					30,40		10,00		35,00

Dari hasil perhitungan tersebut, terlihat bahwa nilai protein yang terkandung dalam pakan hanya sekitar 26,74% dari nilai 30% yang diinginkan. Sementara nilai yang terdapat pada kandungan lemak masih berada pada batasan minimum – maksimum, yaitu sekitar 9,16%. Dan nilai karbohidrat dalam

pakan yang diperoleh melebihi batas maksimum, yaitu sebesar 36,62%. Oleh karena nilai protein dan karbohidrat belum sesuai dengan nilai nutrisi yang diinginkan pada awalnya, sehingga harus dilakukan perhitungan ulang sampai diperoleh nilai yang sesuai dengan rencana. Oleh karena itu harus dibuat kembali *worksheet* selanjutnya seperti gambar berikut.

Gambar 8

Hasil Perhitungan Ulang Kandungan Nutrisi pada Pakan

NO	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	HARGA (RP)		KANDUNGAN BAHAN BAKU					
			BAHAN	PAKAN	PROTEIN (%)		LEMAK (%)		KARBOHIDRAT (%)	
					BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung ikan	26%	25.000	6.500	62,65	16,29	15,38	4,00	5,81	1,51
2	Tepung kedelai	25%	18.000	4.500	39,60	9,90	14,30	3,58	29,50	7,38
3	Tepung jagung	8%	15.000	1.200	7,63	0,61	4,43	0,35	74,23	5,94
4	Tepung terigu	9%	8.000	720	8,90	0,80	1,30	0,12	77,30	6,96
5	Tepung kanji	10%	8.000	800	0,41	0,04	0,54	0,05	86,40	8,64
6	Dedak padi	12%	5.000	600	11,35	1,36	12,15	1,46	28,62	3,43
7	Silase ikan	5%	10.000	500	18,20	0,91	1,20	0,06	-	-
8	Vitamin mix	3%	30.000	900	-	-	-	-	-	-
9	Mineral	2%	25.000	500	-	-	-	-	-	-
	MIN						29,50		5,00	30,00
	Nutrien Pakan	100%		16.220			29,91		9,62	33,86
	MAX						30,40		10,00	35,00

Perhatikan nutrisi pakan yang terdapat dalam tabel pada Gambar 8 di atas. Diketahui bahwa nilai kadar protein, lemak dan karbohidrat telah sesuai dengan yang diinginkan, dimana nilainya berada antara batas minimum – maksimum. Dan dengan komposisi tersebut, diperoleh bahwa biaya bahan baku yang dikeluarkan untuk membuat 1 kg pakan ikan sebesar Rp. 16.220,00.

c. Metode Segi Empat Pearson

Penghitungan jumlah setiap bahan baku pada metode ini dilakukan dengan menggunakan bantuan kotak segi empat. Oleh karena itu, metode ini sering disebut dengan metode segi empat. Sedangkan Pearson diambil dari nama Karl Pearson, yaitu seorang pelopor penggunaan metode statistik dalam berbagai penelitian bidang biologi maupun pemecahan berbagai permasalahan yang bersifat sosio ekonomis. Metode ini biasanya digunakan untuk menggambarkan kadar nutrisi protein, lemak, karbohidrat atau nutrisi lain yang diperlukan oleh ikan, seperti vitamin dan mineral. Dasar dalam

penyusunan formulasi pakan menggunakan metode ini adalah adanya pembagian tingkatan protein bahan pakan. Tingkatan tersebut dibagi menjadi 2, yaitu **protein basal** dan **protein suplemen**.

Protein Basal adalah semua bahan baku pakan, baik nabati, hewani dan limbah industri, yang memiliki kandungan protein **kurang dari 20%**. Sedangkan protein suplemen adalah semua bahan baku pakan, baik nabati, hewani dan limbah industri, yang memiliki kandungan protein **lebih dari 20%**.

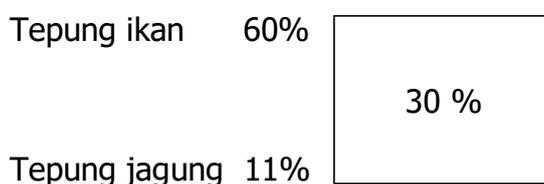
Tabel 13

Berbagai Macam Bahan Baku dan Tingkatan Proteinnya

JENIS BAHAN BAKU	PROTEIN (%)	KARBH (%)	LEMAK (%)	TINGKATAN PROTEIN	
				BASAL	SUPLEMEN
Tepung terigu	8,90	77,30	1,30	√	
Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30		√
Tepung daun turi	27,54	21,30	4,73		√
Tepung jagung	7,63	74,23	4,43	√	
Tepung ikan import	62,65	5,81	15,38		√
Tepung rebon	59,40	3,20	3,60		√
Dedak padi	11,35	28,62	12,15	√	
Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18		√
Bungkil kelapa sawit	18,7	64	4,5	√	
Tepung kepala udang	53,74	0	6,65		√
Tepung darah	71,45	13,32	0,42		√
Silase ikan	18,20	-	1,20	√	
Ampas tahu	23,55	43,45	5,54		√

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode ini adalah :

- Nilai protein yang diletakkan di tengah kotak harus memiliki nilai di antara rata – rata protein basal dan suplemen yang diletakkan di sisi kiri kotak.



Kandungan protein yang diinginkan, yaitu sebesar 30% (berada di tengah kotak). Nilai ini berada diantara 11% (tepung jagung) dan 60% (tepung ikan). Apabila tepung ikan digantikan dengan bahan baku lain seperti silase ikan yang memiliki kandungan protein sebesar 18%, maka metode perhitungan tidak akan bisa dilakukan, karena nilai 30% berada diluar nilai 11% dan 18%.

- Jika hasil yang diperoleh dari pengurangan antara protein yang diinginkan dengan protein yang terkandung dalam bahan (terletak di sebelah kanan kotak) **adalah negatif, maka unsur negatif pada nilai ini diabaikan.** Misalnya, hasil pengurangannya adalah -25, maka nilai ini menjadi 25.

Metode ini digunakan untuk menyusun formulasi pakan menggunakan 2 bahan baku pakan, menggunakan lebih dari 2 bahan baku, menggunakan lebih dari 2 bahan baku dengan penentuan jumlah/bagian bahan yang digunakan, atau menggunakan kombinasi beberapa bahan baku yang sudah ditetapkan persentasenya. Berikut ini adalah contoh penyusunan formulasi dengan menggunakan metode Pearson's square.

1) Formulasi pakan menggunakan 2 (dua) jenis bahan baku

Perhatikan contoh soal berikut ini:

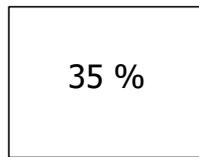
*Akan dibuat pakan yang mengandung protein 35% dengan menggunakan bahan baku tepung ikan (65% protein) dan dedak (12% protein), sebanyak 50 kg.
Hitung jumlah bahan baku yang diperlukan sesuai dengan komposisinya!*

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

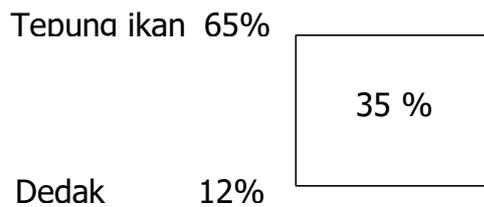
- i. Buat kotak segi empat



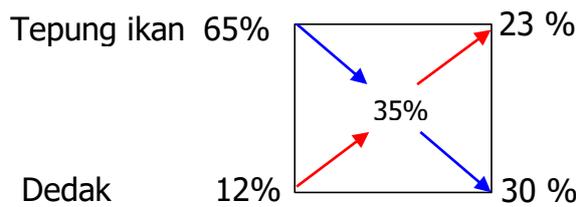
- ii. Cantumkan jumlah protein yang diinginkan di tengah – tengah kotak segi empat yang telah dibuat



- iii. Letakkan nilai protein pada masing – masing bahan baku yang telah ditentukan di sudut kiri atas dan bawah kotak segi empat



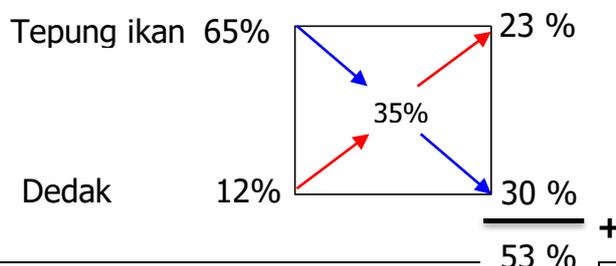
- iv. Kurangkan jumlah protein yang terdapat dalam bahan baku dengan protein yang diinginkan dalam kotak dan letakkan hasilnya secara diagonal di sudut kanan kotak (tanda positif maupun negatif tidak perlu dicantumkan).



Nilai 30 % pada sudut kanan bawah kotak segi empat diperoleh dari $65\% - 35\% = 30\%$; sedangkan nilai 23% pada sudut kanan atas kotak segi empat diperoleh dari $12\% - 35\% = - 23\%$ (**abaikan tanda negatifnya**), sehingga menjadi 23%.

Untuk mempermudah penghitungan dan sebagai pengingat, maka letakkan hasil pengurangan secara diagonal.

- v. Jumlahkan kedua hasil pengurangan tersebut.



vi. Kebutuhan setiap bahan baku diperoleh dengan membagi hasil pengurangan (poin iv) dengan jumlah hasil pengurangan (poin v) dikalikan dengan 100%.

Hasilnya adalah:

$$\text{Tepung ikan} = \frac{23\%}{53\%} \times 100\% = 43,40\%$$

$$\text{Dedak} = \frac{30\%}{53\%} \times 100\% = 56,60\%$$

Jadi, untuk membuat 50 kg pakan yang mengandung 50% protein, membutuhkan:

- Tepung ikan, sebanyak $43,40\% \times 50 \text{ kg} = 21,7 \text{ kg}$
- Dedak, sebanyak $56,60\% \times 50 \text{ kg} = 28,30 \text{ kg}$

Untuk membuktikan bahwa komposisi bahan baku yang dipergunakan untuk membuat pakan ikan mengandung kadar protein 35% adalah dengan mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan, sebagai berikut:

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku	Jumlah bahan yang dibutuhkan	Hasil kali
	a	b	a x b
Tepung ikan	65 %	43,40%	28,21
Dedak	12%	56,60%	6,80
Jumlah protein dalam pakan(%)			35,01

2) Formulasi pakan menggunakan lebih dari 2 (dua) jenis bahan baku

Pakan ikan yang dibuat menggunakan lebih dari 2 bahan baku sangat memungkinkan untuk diselesaikan menggunakan metode *Pearson's square*. Satu hal yang perlu diperhatikan jika menggunakan lebih dari 2 bahan baku adalah pengelompokkan setiap bahan baku tersebut ke dalam protein basal dan suplemen.

Contoh Soal 1:

Akan dibuat pakan ikan lele sebanyak 50 kg dengan kandungan protein 40%, menggunakan bahan baku sebagai berikut:

Nama bahan baku	Kandungan protein dalam bahan
Bahan Utama :	
Tepung ikan	62,65 (%)
Tepung kedelai	39,60 (%)
Dedak halus	11,35 (%)
Tepung terigu	8,90 (%)
Tepung jagung	7,63 (%)

Hitunglah jumlah bahan baku yang diperlukan sesuai dengan komposisinya!

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

- i. Kelompokkan bahan baku yang tergolong ke dalam protein basal dan suplemen. Hasilnya adalah:

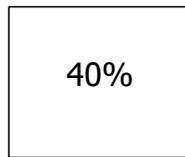
Protein suplemen :		Protein basal :	
• Tepung ikan	62,65 %	• Dedak halus	11,35 %
• Tepung kedelai	39,60 %	• Tepung terigu	8,90 %
		• Tepung jagung	7,63 %

- ii. Jumlah dan rata – rata kelompok protein suplemen dan basal :

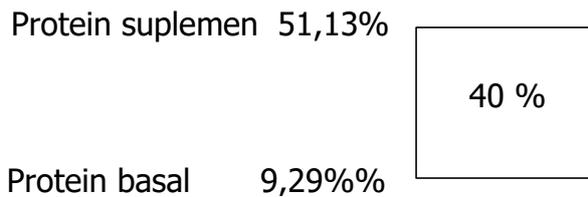
Protein suplemen :		Protein basal :	
• Tepung ikan	62,65 %	• Dedak halus	11,35 %
• Tepung kedelai	39,60 %	• Tepung terigu	8,90 %
		• Tepung jagung	7,63 %
Jumlah	102,25 %	Jumlah	27,88 %
Rata – rata	51,13 %	Rata – rata	9,29 %

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa rata – rata protein basal sebesar 9,29% (diperoleh dari 27,88% : 3) dan rata – rata protein suplemen sebesar 51,13% (diperoleh dari 102,25% : 2).

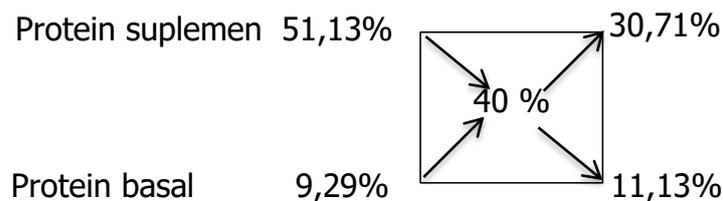
- iii. Buat kotak segi empat dan cantumkan jumlah protein yang diinginkan di tengah – tengah kotak segi empat yang telah dibuat.



- iv. Letakkan rata – rata protein hewani dan nabati pada sudut kiri atas dan bawah kotak segi empat.

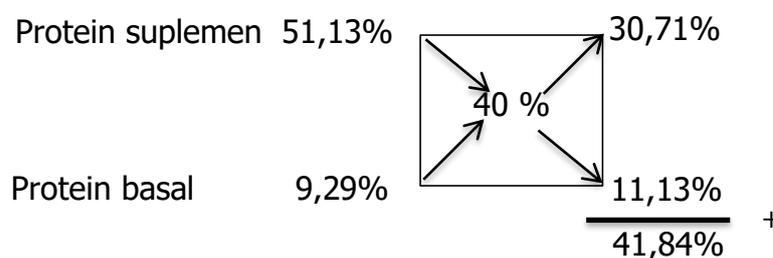


- v. Kurangkan jumlah protein yang terdapat dalam bahan baku dengan protein yang diinginkan dalam kotak dan letakkan hasilnya secara diagonal di sudut kanan kotak (tanda positif maupun negatif tidak perlu dicantumkan).



Nilai 30,71 % pada sisi kanan atas kotak segi empat diperoleh dari : $9,29\% - 40\% = 30,71\%$ (**tanda negatif diabaikan**); dan nilai 11,13 % pada sisi kanan bawah kotak segi empat diperoleh dari : $51,13\% - 40\% = 11,13\%$.

- vi. Jumlahkan kedua hasil pengurangan tersebut.



vii. Kebutuhan setiap bahan baku diperoleh dengan membagi hasil pengurangan (poin v) dengan jumlah hasil pengurangan (poin vi) dikalikan dengan 100 %.

$$\text{Protein suplemen} = \frac{30,71\%}{41,84\%} \times 100\% = 73,40\%$$

$$\text{Protein basal} = \frac{11,13\%}{41,84\%} \times 100\% = 26,60\%$$

Jadi, untuk membuat pakan yang mengandung protein 40%, membutuhkan protein basal sebanyak 26,60% dan protein suplemen sebesar 73,40%.

viii. Oleh karena bahan baku yang termasuk dalam protein basal ada tiga, yaitu dedak halus, tepung terigu dan tepung jagung, maka komposisi masing – masing bahan baku adalah :

- Dedak halus = 26,60 % : 3 = 8,87%
- Tepung jagung = 26,60 % : 3 = 8,87%
- Tepung terigu = 26,60 % : 3 = 8,87%

Sedangkan bahan baku yang termasuk dalam protein suplemen ada dua, yaitu tepung ikan dan tepung kedelai, maka komposisi masing – masing bahan baku adalah:

- Tepung ikan = 73,40% : 2 = 36,70%
- Tepung kedelai = 73,40% : 2 = 36,70%

ix. Hasil yang telah diperoleh pada poin viii dibuktikan dengan cara mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan.

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku	Jumlah bahan yang dibutuhkan	Hasil kali
	A	B	A x B
Tepung ikan	62,65 %	36,70 %	22,99 %
Tepung kedelai	39,60 %	36,70 %	14,53 %
Dedak halus	11,35 %	8,87 %	1,01 %
Tepung terigu	8,90 %	8,87 %	0,79 %
Tepung jagung	7,63 %	8,87 %	0,68 %
Jumlah			40,00 %

x. Jadi, untuk membuat pakan berprotein 40% sebanyak 10 kg (10.000 gram) diperlukan bahan baku dengan komposisi sebagai berikut :

- Tepung ikan = 36,70% X 10.000 gram = 3.670 gram
 - Tepung kedelai = 36,70% X 10.000 gram = 3.670 gram
 - Dedak halus = 8,87% X 10.000 gram = 887 gram
 - Tepung jagung = 8,87% X 10.000 gram = 887 gram
 - Tepung terigu = 8,87% X 10.000 gram = 887 gram
- Total** = 10.001 gram
= 10 kg

Contoh Soal 2:

Akan dibuat pakan ikan lele sebanyak 50 kg dengan kandungan protein 40%, menggunakan bahan baku sebagai berikut:

Nama bahan baku	Kandungan protein dalam bahan
Bahan Utama :	
Tepung ikan	62,65 (%)
Tepung kedelai	39,60 (%)
Dedak halus	11,35 (%)
Tepung terigu	8,90 (%)
Tepung jagung	7,63 (%)
Bahan Tambahan :	
Tepung kanji, sebanyak 10 %	
Vitamin, sebanyak 5 %	
Mineral, sebanyak 5 %	

Hitunglah jumlah bahan baku yang diperlukan sesuai dengan komposisinya!

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

- i. Kelompokkan bahan baku yang tergolong ke dalam protein basal dan suplemen. **Hasilnya seperti yang telah dijelaskan pada Contoh Soal 1: Langkah i**

ii. Jumlah dan rata – ratakan kelompok protein suplemen dan basal.

**Hasilnya seperti yang telah dijelaskan pada Contoh Soal 1:
Langkah ii**

iii. Jumlahkan total bahan tambahan yang digunakan untuk membuat pakan.

Bahan Tambahan	Kebutuhan
• Tepung kanji	10 %
• Vitamin	5 %
• Mineral	5 %
Jumlah	20 %

iv. Karena menggunakan bahan tambahan sebanyak 20%, maka jumlah bahan utama berkurang menjadi:

$$100\% - 20\% = 80 \%$$

Nilai protein dalam pakan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Protein yang diinginkan} \times \frac{\text{Jumlah total bahan}}{\text{Jumlah bahan tambahan}}$$

Sehingga nilai protein dalam pakan berubah menjadi:

$$40\% \times \frac{100\%}{80\%} = 50\%$$

v. Buat kotak segi empat dan cantumkan jumlah protein di tengah – tengah kotak segi empat yang telah dibuat.

50%

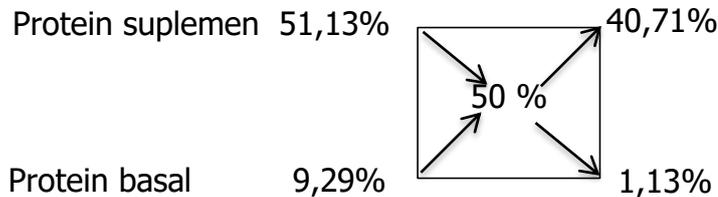
vi. Letakkan rata – rata protein hewani dan nabati pada sudut kiri atas dan bawah kotak segi empat.

Protein suplemen 51,13%

50 %

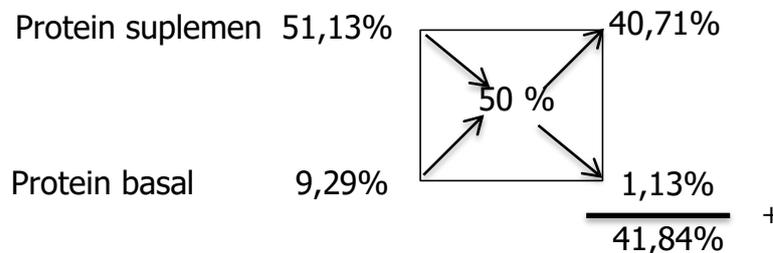
Protein basal 9,29%%

- vii. Kurangkan jumlah protein yang terdapat dalam bahan baku dengan protein yang diinginkan dalam kotak dan letakkan hasilnya secara diagonal di sudut kanan kotak (tanda positif maupun negatif tidak perlu dicantumkan).



Nilai 40,71 % pada sisi kanan atas kotak segi empat diperoleh dari : 9,29 % - 50 % = 40,71% (**tanda negatif diabaikan**); dan nilai 1,13 % pada sisi kanan bawah kotak segi empat diperoleh dari : 51,13 % - 50 % = 1,13 %.

- viii. Jumlahkan kedua hasil pengurangan tersebut.



- ix. Kebutuhan setiap bahan baku diperoleh dengan membagi hasil pengurangan (poin vii) dengan jumlah hasil pengurangan (poin viii) dikalikan dengan jumlah bahan baku utama, yaitu 80 %.

$$\text{Protein suplemen} = \frac{40,71\%}{41,84\%} \times 80\% = 77,84\%$$

$$\text{Protein basal} = \frac{1,13\%}{41,84\%} \times 80\% = 2,16\%$$

Jadi, untuk membuat pakan yang mengandung protein 40%, membutuhkan protein basal sebanyak 2,16% dan protein suplemen sebesar 77,84%.

- xi. Oleh karena bahan baku yang termasuk dalam protein basal ada tiga, yaitu dedak halus, tepung terigu dan tepung jagung, maka komposisi masing – masing bahan baku adalah :

- Dedak halus = $2,16 \% : 3 = 0,72\%$
- Tepung jagung = $2,16 \% : 3 = 0,72\%$
- Tepung terigu = $2,16 \% : 3 = 0,72\%$

Sedangkan bahan baku yang termasuk dalam protein suplemen ada dua, yaitu tepung ikan dan tepung kedelai, maka komposisi masing – masing bahan baku adalah:

- Tepung ikan = $77,84\% : 2 = 38,92\%$
- Tepung kedelai = $77,84\% : 2 = 38,92\%$

xii. Hasil yang telah diperoleh pada poin viii dibuktikan dengan cara mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan.

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku	Jumlah bahan yang dibutuhkan	Hasil kali
	A	B	A x B
Tepung ikan	62,65 %	38,92 %	24,38 %
Tepung kedelai	39,60 %	38,92 %	15,41 %
Dedak halus	11,35 %	0,72 %	0,08 %
Tepung terigu	8,90 %	0,72 %	0,06 %
Tepung jagung	7,63 %	0,72 %	0,05 %
Jumlah			40,00 %

xiii. Jadi, untuk membuat pakan berprotein 40% sebanyak 10 kg (10.000 gram) diperlukan bahan baku dengan komposisi sebagai berikut :

- Tepung ikan = $38,92\% \times 10.000 \text{ gram} = 3.892 \text{ gram}$
 - Tepung kedelai = $38,92\% \times 10.000 \text{ gram} = 3.892 \text{ gram}$
 - Dedak halus = $0,72\% \times 10.000 \text{ gram} = 72 \text{ gram}$
 - Tepung jagung = $0,72\% \times 10.000 \text{ gram} = 72 \text{ gram}$
 - Tepung terigu = $0,72\% \times 10.000 \text{ gram} = 72 \text{ gram}$
 - Tepung kanji = $10\% \times 10.000 \text{ gram} = 1000 \text{ gram}$
 - Vitamin = $5\% \times 10.000 \text{ gram} = 500 \text{ gram}$
 - Mineral = $5\% \times 10.000 \text{ gram} = 500 \text{ gram}$
- Total** = 10.000 gram
= 10 kg

d. Metode Persamaan Aljabar

Metode aljabar adalah metode yang menggunakan persamaan matematika untuk menentukan formulasi pakan. Seperti halnya pada metode Pearson's square, metode ini dapat digunakan untuk membuat pakan dengan menggunakan dua bahan baku pakan atau lebih dari dua bahan baku. Bahan bakunya diumpamakan menjadi variabel X dan Y. Misalnya adalah variabel X merupakan berat bahan baku dari kelompok sumber protein suplemen sedangkan Y merupakan berat kelompok sumber protein basal. Atau bisa juga dibuat sebaliknya, dimana variabel X merupakan berat kelompok sumber protein basal sedangkan variabel Y merupakan berat bahan baku dari kelompok sumber protein suplemen.

Untuk menyelesaikan perhitungan kebutuhan pakan dilakukan menggunakan 2 (dua) cara/metode yang biasanya digunakan dalam penghitungan aljabar, yaitu substitusi dan eliminasi. Metode substitusi adalah suatu metode mencari nilai X dan Y dengan cara mengganti dengan persamaan yang lain, sedangkan metode eliminasi adalah suatu metode untuk mencari nilai X dan Y dengan cara menghilangkan salah satu komponen dalam persamaan tersebut.

1) Formulasi pakan menggunakan dua macam bahan baku

Contoh soal:

Akan dibuat pakan yang mengandung protein 35% dengan menggunakan bahan baku tepung ikan (65% protein) dan dedak (12% protein), sebanyak 5 kg. Hitunglah kebutuhan bahannya!

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

1 Menetapkan komponen X dan Y

Umpamakan kandungan protein tepung ikan dengan X, dan dedak dengan Y, sehingga diperoleh:

X = protein tepung ikan (protein suplemen)

Y = protein dedak (protein basal)

2

Membuat persamaan berdasarkan kebutuhan bahan baku (persamaan 1); dan kebutuhan protein (persamaan 2)

Jumlah bahan baku pada protein suplemen dan bahan baku pada protein basal adalah 100, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$X + Y = 100 \dots\dots\dots \text{(persamaan 1)}$$

Sedangkan jumlah protein yang diinginkan adalah 35%, terdiri dari 65% ($65/100 = 0,65$) tepung ikan (protein suplemen) dan 12% ($12/100 = 0,12$) dedak (protein basal). Sehingga didapatkan persamaan 2, sebagai berikut :

$$0,65X + 0,12Y = 35 \dots\dots\dots \text{(persamaan 2)}$$

3

Menghitung nilai X dan Y dengan menggunakan cara substitusi atau eliminasi.

• **Secara Substitusi**

Pada langkah ini kita akan menyatakan variabel X pada persamaan 1 ke dalam variabel Y . Atau bisa saja menyatakan variabel Y pada persamaan 1 ke dalam variabel X , yang selanjutnya disebut dengan persamaan 3, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X + Y &= 100 \\ Y &= 100 - X \dots\dots\dots \text{(persamaan 3)} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah substitusikan persamaan 3 ke dalam persamaan 2 untuk mendapatkan nilai dari Y .

$$\begin{aligned} 0,65 X + 0,12 Y &= 35 \\ \Leftrightarrow 0,65 X + 0,12 (100 - X) &= 35 \\ \Leftrightarrow 0,65 X + 12 - 0,12 X &= 35 \\ \Leftrightarrow 0,65 X - 0,12 X &= 35 - 12 \\ \Leftrightarrow 0,53 X &= 23 \\ \Leftrightarrow X &= \frac{23}{0,53} \\ &= \mathbf{43,40} \end{aligned}$$

Lanjutkan dengan menghitung nilai pada variabel Y dengan menstubtitusi nilai X yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y &= 100 - X \\ \Leftrightarrow Y &= 100 - 43,40 \\ &= \mathbf{56,60} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan tepung ikan (X) sebesar 43,40 % dan dedak sebesar 56,60 %.

- **Secara Eliminasi**

Berbeda dengan substitusi, maka cara eliminasi dilakukan dengan mengeliminasi/menghilangkan salah satu variabel melalui penjumlahan ataupun pengurangan.

Misalnya akan mengeliminasi variabel X, maka harus disamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut. Koefisien X pada persamaan 1 dan 2 secara berturut-turut adalah 1 dan 0,65. Sehingga kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut dengan mengalikan persamaan 1 dengan 0,65 dan persamaan 2 dengan 1. Maka akan diperoleh perhitungan seperti berikut ini :

$$\begin{array}{r|l|l} X + Y = 100 & \times 0,65 & 0,65 X + 0,65 Y = 65 \\ 0,65 X + 0,12 Y = 35 & \times 1 & 0,65 X + 0,12 Y = 35 \\ \hline & & 0,53 Y = 30 \end{array}$$

$$Y = \frac{30}{0,53}$$

$$= \mathbf{56,60}$$

Selanjutnya hitung nilai pada variabel X dengan menstubtitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X &= 100 - Y \\ \Leftrightarrow X &= 100 - 56,60 \\ &= \mathbf{43,40} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai yang sama dengan metode substitusi, yaitu kebutuhan tepung ikan (X) sebesar 43,40% dan dedak sebesar 56,60%.

4 Pembuktian

Untuk membuktikan bahwa kadar protein pakan dari hasil perhitungan ini adalah 35%, maka dilakukan pengecekan sebagai berikut.

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	65%	43,40%	28,21%
Dedak	12%	56,60%	6,79%
Jumlah			35,00%

4 Menghitung berat kering bahan baku

Untuk membuat pakan ikan sebanyak 5 kg, maka dibutuhkan bahan:

- ✓ Tepung ikan = $43,40\% \times 5000 \text{ g} = 2.170 \text{ gram}$
- ✓ Dedak = $56,60\% \times 5000 \text{ g} = 2.830 \text{ gram}$

2) Formulasi pakan menggunakan lebih dari dua bahan baku

Contoh soal 1:

Akan dibuat pakan yang mengandung protein 30% sebanyak 5 kg, dengan menggunakan bahan baku sebagai berikut:

- Tepung ikan (60% protein)
- Tepung kepiting (40% protein)
- Tepung jagung (9% protein)
- Dedak halus (15% protein)

Proporsi tepung ikan : tepung kepiting adalah 3:1, sedangkan tepung jagung : dedak halus adalah 2:1.

Hitunglah kebutuhan bobot kering masing-masing bahan baku!

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

1 Mengelompokkan bahan baku sesuai kandungan proteinnya

Kelompokkan bahan – bahan baku sesuai dengan kandungan proteinnya dan hitunglah rata – ratanya. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Protein suplemen

Tepung ikan	= 3 bagian x 60%	= 180%	
Tepung kepiting	= 1 bagian x 40%	= 40%	
			+
Jumlah	= 4 bagian	= 220%	

Rata – rata protein suplemen = 220% : 4 = 55% = 0,55

Protein basal

Tepung jagung	= 2 bagian x 9%	= 18%	
Dedak halus	= 1 bagian x 15%	= 15%	
			+
Jumlah	= 3 bagian	= 33%	

Rata – rata protein basal = 33% : 3 = 11% = 0,11

2 Menetapkan komponen X dan Y

Umpamakan kandungan protein tepung ikan dengan X, dan dedak dengan Y, sehingga diperoleh:

- X = protein suplemen
- Y = protein basal

3 Membuat persamaan berdasarkan kebutuhan bahan baku (persamaan 1); dan kebutuhan protein (persamaan 2)

Jumlah bahan baku pada protein suplemen dan bahan baku pada protein basal adalah 100, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$X + Y = 100 \dots\dots\dots \text{(persamaan 1)}$$

Sedangkan jumlah protein yang diinginkan adalah 30%, terdiri dari 0,55 protein suplemen dan 0,11 protein basal. Sehingga didapatkan persamaan 2, sebagai berikut :

$$0,55X + 0,11Y = 30 \dots\dots\dots \text{(persamaan 2)}$$

4 Menghitung nilai X dan Y dengan menggunakan cara substitusi atau eliminasi.

• **Secara Substitusi**

Pada langkah ini kita akan menyatakan variabel *X* pada persamaan 1 ke dalam variabel *Y*. Atau bisa saja menyatakan variabel *Y* pada persamaan 1 ke dalam variabel *X*, yang selanjutnya disebut dengan persamaan 3, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X + Y &= 100 \\ Y &= 100 - X \dots\dots\dots \text{(persamaan 3)} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah substitusikan persamaan 3 ke dalam persamaan 2 untuk mendapatkan nilai dari *Y*.

$$\begin{aligned} 0,55 X + 0,11 Y &= 30 \\ \Leftrightarrow 0,55 X + 0,11 (100 - X) &= 30 \\ \Leftrightarrow 0,55 X + 11 - 0,11 X &= 30 \\ \Leftrightarrow 0,55 X - 0,11 X &= 30 - 11 \\ \Leftrightarrow 0,44 X &= 19 \\ \Leftrightarrow X &= \frac{19}{0,44} \\ &= \mathbf{43,18} \end{aligned}$$

Lanjutkan dengan menghitung nilai pada variabel *Y* dengan menstutbtitusi nilai *X* yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y &= 100 - X \\ \Leftrightarrow Y &= 100 - 43,18 \\ &= \mathbf{56,82} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan protein suplemen (X) sebesar 43,18% dan protein basal (Y) sebesar 56,82%.

- **Secara Eliminasi**

Berbeda dengan substitusi, maka cara eliminasi dilakukan dengan mengeliminasi/menghilangkan salah satu variabel melalui penjumlahan ataupun pengurangan.

Misalnya akan mengeliminasi variabel X , maka harus disamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut. Koefisien X pada persamaan 1 dan 2 secara berturut-turut adalah 1 dan 0,55. Sehingga kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut dengan mengalikan persamaan 1 dengan 0,55 dan persamaan 2 dengan 1. Maka akan diperoleh perhitungan seperti berikut ini :

$$\begin{array}{r|l|l}
 X + Y = 100 & \times 0,55 & 0,55 X + 0,55 Y = 55 \\
 0,55 X + 0,11 Y = 30 & \times 1 & 0,55 X + 0,11 Y = 30 \\
 \hline
 & & 0,44 Y = 25 \\
 & & Y = \frac{25}{0,44} \\
 & & = \mathbf{56,82}
 \end{array}$$

Selanjutnya hitung nilai pada variabel X dengan menstutitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 X &= 100 - Y \\
 \Leftrightarrow X &= 100 - 56,82 \\
 &= \mathbf{43,18}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai yang sama dengan metode substitusi, yaitu kebutuhan protein suplemen (X) sebesar 43,18% dan protein basal (Y) sebesar 56,82%.

4 Menghitung bobot bahan baku

Jadi, jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat pakan yang mengandung protein 30% adalah:

Tepung ikan	= $\frac{3}{4} \times 43,18\%$	= 32,39%
Tepung kepiting	= $\frac{1}{4} \times 43,18\%$	= 10,80%
Tepung jagung	= $\frac{2}{3} \times 56,82\%$	= 37,88%
Dedak halus	= $\frac{1}{3} \times 56,82\%$	= 18,94%

5 Pembuktian

Untuk membuktikan bahwa kadar protein pakan dari hasil perhitungan ini adalah 30%, maka dilakukan pengecekan dengan menggunakan rumus seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada metode segi empat *Pearson*.

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	60%	32,39%	19,43%
Tepung kepiting	40%	10,80%	4,32%
Tepung jagung	9%	37,88%	3,41%
Dedak	15%	18,94%	2,84%
Jumlah			30,00%

6 Menghitung berat kering bahan baku

Sehingga, jumlah bahan baku kering yang dibutuhkan untuk membuat pakan ikan sebanyak 5 kg adalah:

- ✓ Tepung ikan = $32,39\% \times 5000 \text{ g} = 1.620 \text{ gram}$
- ✓ Tepung kepiting = $10,80\% \times 5000 \text{ g} = 540 \text{ gram}$
- ✓ Tepung jagung = $37,88\% \times 5000 \text{ g} = 1.894 \text{ gram}$
- ✓ Dedak = $18,94\% \times 5000 \text{ g} = 947 \text{ gram}$

Contoh soal 2:

Akan dibuat pakan yang mengandung protein 30% sebanyak 5 kg, dengan menggunakan bahan baku sebagai berikut:

- Tepung ikan (60% protein)
- Tepung kepiting (40% protein)
- Tepung jagung (9% protein)
- Dedak halus (15% protein)
- Vitamin, sebanyak 5%
- Mineral, sebanyak 5%
- CMC, sebanyak 10%

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

1 Mengelompokkan bahan baku sesuai kandungan proteinnya

Kelompokkan bahan – bahan baku sesuai dengan kandungan proteinnya dan hitunglah rata – ratanya. Perlu diingat bahwa bahan baku yang disebutkan pada contoh soal 2 diatas terdiri dari bahan baku utama dan tambahan. Bahan baku yang akan dihitung rata-ratanya hanyalah bahan baku utama. Sehingga, diperoleh hasil sebagai berikut:

Protein suplemen :		Protein basal :	
• Tepung ikan	60 %	• Tepung jagung	9 %
• Tepung kepiting	40 %	• Dedak halus	15 %
Jumlah	100 %	Jumlah	24 %
Rata – rata	50 %	Rata – rata	12 %

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa rata – rata protein suplemen sebesar 50% (diperoleh dari 100% : 2) dan rata – rata protein basal sebesar 12% (diperoleh dari 24% : 2).

2 Mencari nilai protein setelah diberikan bahan tambahan

Jumlahkan total bahan baku tambahan yang dibutuhkan, yaitu:

Bahan Tambahan	Kebutuhan
• CMC	10 %
• Vitamin	5 %
• Mineral	5 %
Jumlah	20 %

Karena menggunakan bahan tambahan sebanyak 20%, maka jumlah bahan utama berkurang menjadi :

$$100\% - 20\% = 80\%$$

Sehingga, nilai protein dalam pakan berubah menjadi:

$$30\% \times (100\% : 80\%) = 37,50\%$$

3 Menetapkan komponen X dan Y

Umpamakan kandungan protein tepung ikan dengan X, dan dedak dengan Y, sehingga diperoleh:

X = protein suplemen

Y = protein basal

4 Membuat persamaan berdasarkan kebutuhan bahan baku (persamaan 1); dan kebutuhan protein (persamaan 2)

Jumlah bahan baku pada protein suplemen dan bahan baku pada protein basal adalah 80, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$X + Y = 80 \dots\dots\dots \text{(persamaan 1)}$$

Sedangkan jumlah protein setelah diberikan bahan tambahan adalah 37,50%, terdiri dari 0,50 (50%) protein suplemen dan 0,12 (12%) protein basal.

Sehingga didapatkan persamaan 2, sebagai berikut :

$$0,50X + 0,12Y = 37,50 \dots\dots\dots \text{(persamaan 2)}$$

5

Menghitung nilai X dan Y dengan menggunakan cara substitusi atau eliminasi.

• **Secara Substitusi**

Pada langkah ini kita akan menyatakan variabel X pada persamaan 1 ke dalam variabel Y . Atau bisa saja menyatakan variabel Y pada persamaan 1 ke dalam variabel X , yang selanjutnya disebut dengan persamaan 3, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X + Y &= 80 \\ Y &= 80 - X \dots\dots\dots \text{(persamaan 3)} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah substitusikan persamaan 3 ke dalam persamaan 2 untuk mendapatkan nilai dari Y .

$$\begin{aligned} 0,50 X + 0,12 Y &= 37,50 \\ \Leftrightarrow 0,50 X + 0,12 (80 - X) &= 37,50 \\ \Leftrightarrow 0,50 X + 9,6 - 0,12 X &= 37,50 \\ \Leftrightarrow 0,50 X - 0,12 X &= 37,50 - 9,6 \\ \Leftrightarrow 0,38 X &= 27,9 \\ \Leftrightarrow X &= \frac{27,9}{0,38} \\ &= \mathbf{73,42} \end{aligned}$$

Lanjutkan dengan menghitung nilai pada variabel Y dengan menstubtitusi nilai X yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y &= 80 - X \\ \Leftrightarrow Y &= 80 - 73,42 \\ &= \mathbf{6,58} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan protein suplemen (X) sebesar 73,42% dan protein basal (Y) sebesar 6,58%.

• **Secara Eliminasi**

Berbeda dengan substitusi, maka cara eliminasi dilakukan dengan mengeliminasi/menghilangkan salah satu variabel melalui penjumlahan ataupun pengurangan.

Misalnya akan mengeliminasi variabel X , maka harus disamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut. Koefisien X pada persamaan 1 dan 2 secara berturut-turut adalah 1 dan 0,50. Sehingga kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut dengan mengalikan persamaan 1 dengan 0,50 dan persamaan 2 dengan 1. Maka akan diperoleh perhitungan seperti berikut ini :

$$\begin{array}{r|l|l}
 X + Y = 80 & X \ 0,50 & 0,50 X + 0,50 Y = 40 \\
 0,50 X + 0,12 Y = 37,50 & X \ 1 & 0,50 X + 0,12 Y = 37,50 \\
 \hline
 & & 0,38 Y = 2,5 \\
 & & Y = \frac{2,5}{0,38} \\
 & & = \mathbf{6,58}
 \end{array}$$

Selanjutnya hitung nilai pada variabel X dengan menstutstitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 X &= 80 - Y \\
 \Leftrightarrow X &= 80 - 6,58 \\
 &= \mathbf{73,42}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai yang sama dengan metode substitusi, yaitu kebutuhan protein suplemen (X) sebesar 73,42% dan protein basal (Y) sebesar 6,58%.

6 Menghitung bobot bahan baku

Jadi, jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat pakan yang mengandung protein 30% adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Tepung ikan} &= 73,42\% : 2 = 36,71\% \\
 \text{Tepung kepiting} &= 73,42\% : 2 = 36,71\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Tepung jagung} = 6,58\% : 2 = 3,29\%$$

$$\text{Dedak halus} = 6,58\% : 2 = 3,29\%$$

5 Pembuktian

Untuk membuktikan bahwa kadar protein pakan dari hasil perhitungan ini adalah 30%, maka dilakukan pengecekan dengan menggunakan rumus seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada metode segi empat *Pearson*.

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	60%	36,71%	22,03%
Tepung kepiting	40%	36,71%	14,68%
Tepung jagung	9%	3,29%	0,30%
Dedak	15%	3,29%	0,50%
Jumlah			37,50%

6 Menghitung berat kering bahan baku

Sehingga, jumlah bahan baku kering yang dibutuhkan untuk membuat pakan ikan sebanyak 5 kg adalah:

- ✓ Tepung ikan = $36,71\% \times 5000 \text{ g} = 1.836 \text{ gram}$
- ✓ Tepung kepiting = $36,71\% \times 5000 \text{ g} = 1.836 \text{ gram}$
- ✓ Tepung jagung = $3,29\% \times 5000 \text{ g} = 165 \text{ gram}$
- ✓ Dedak = $3,29\% \times 5000 \text{ g} = 165 \text{ gram}$
- ✓ Vitamin = $5\% \times 5000 \text{ g} = 250 \text{ gram}$
- ✓ Mineral = $5\% \times 5000 \text{ g} = 250 \text{ gram}$
- ✓ CMC = $10\% \times 5000 \text{ g} = 500 \text{ gram}$

3. Peralatan pembuatan pakan

Untuk membuat pakan, maka diperlukan pengetahuan mengenai peralatan pembuatan pakan dan fungsinya. Pengetahuan tentang peralatan pembuatan

pakan ini tidak terbatas hanya pada jenis peralatannya saja, akan tetapi juga bagaimana peralatan tersebut digunakan. Secara umum, peralatan pembuatan pakan terbagi menjadi peralatan skala rumah tangga dan skala industri.

a. Peralatan Skala Rumah Tangga

1) Alat Penggiling

Alat ini berfungsi untuk menggiling atau menghancurkan bahan baku pakan menjadi tepung. Alat penggiling yang digunakan dapat berupa penggiling jagung (untuk menggiling bahan baku yang kasar menjadi tepung halus), alat penggiling kopi (untuk menghancurkan pelet menjadi remah atau tepung) dan alat penggiling daging (untuk mencetak pelet).

Gambar 9

Alat Penggiling Sederhana



(sumber: dokumen pribadi)

2) Alat Pengayak

Berfungsi untuk memisahkan bahan yang kasar dengan yang halus, yang berupa tepung. Untuk mendapatkan berbagai ukuran butir tepung yang berbeda – beda digunakan ayakan dengan ukuran mata ayakan yang berbeda – beda. Ayakan yang biasa dipakai dalam pembuatan kue juga dapat digunakan dalam pembuatan pakan.

Gambar 10

Ayakan



(sumber: dokumen pribadi)

3) Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengetahui jumlah tiap – tiap bagian dalam suatu komposisi pakan. Apabila bahan baku pakan yang akan ditimbang jumlahnya agak banyak, dapat digunakan timbangan kue. Namun apabila akan menggunakan timbangan yang lebih teliti lagi, dapat menggunakan neraca analitis. Untuk menakar bahan – bahan yang berbentuk cair, maka dapat digunakan alat seperti jarum suntik, pipet atau gelas ukur.

Gambar 11

Berbagai jenis timbangan



(sumber: dokumen pribadi)

4) Alat pengaduk dan pencampur

Alat ini berfungsi untuk mengaduk dan mencampur adonan hingga benar – benar merata, misalnya mixer atau blender. Apabila tidak tersedia kedua peralatan tersebut, maka dapat digunakan pengocok telur tradisional untuk mengaduk adonan encer. Sedangkan untuk bahan kering yang jumlahnya banyak dapat dilakukan secara manual menggunakan skop atau diputar dengan tangan.

Gambar 12

Mixer skala kecil dan pengaduk kayu



(sumber: dokumen pribadi)

Gambar 13
Pengadukan menggunakan tangan



(sumber: dokumen pribadi)

5) Alat Pencetak Pelet

Gilingan daging dapat digunakan untuk mencetak adonan menjadi pelet dengan ukuran diameter yang disesuaikan. Sedangkan untuk sortasi pelet, dapat digunakan alat yang dibuat sendiri.

Gambar 14
Alat pencetak



(sumber: dokumen pribadi)

6) Alat Pengering

Alat pengering berfungsi untuk mengeringkan pakan yang sudah jadi. Misalnya alat pengering seperti oven yang sumber panasnya berasal dari api maupun listrik.

Gambar 15.
Alat Pengering



(sumber: dokumen pribadi)

b. Peralatan Skala Industri

Mesin dan alat pembuatan pakan skala industri masih sebagian besar didatangkan dari luar negeri (impor) dengan kapasitas produksi yang cukup besar. Sementara untuk skala kecil, jumlahnya masih sangat sedikit. Peralatan yang dibuat secara lokal biasanya memiliki kapasitas produksi sekitar 200 – 300 kg pelet/jam. Mesin dan peralatan ini sebagian besar dibuat dengan bahan konstruksi lokal namun sudah cukup memadai untuk pengolahan pakan bagi pembudidaya ikan yang akan memproduksi pakan sendiri.

Sampai sejauh ini, peralatan/mesin impor hanya diproduksi oleh beberapa negara saja, seperti Inggris, Amerika, Jerman, Swiss, Belanda, China, dan Taiwan. Kapasitas produksi mesin impor relatif jauh lebih besar karena biasanya digunakan dalam pabrik pakan (*feed mill*) dengan kapasitas lebih dari 10.000 ton/bulan. Harga mesin impor relatif lebih mahal, selain karena kapasitasnya yang cukup besar, juga karena kualitas mesinnya lebih baik dibandingkan dengan mesin lokal.

Tabel 14

Alat produksi pakan lokal dan impor beserta kapasitasnya

No	Nama Alat	Kapasitas		Tenaga	
		Lokal	Impor	Lokal	Impor
1	Silo	-	2.000-20.000 ton/jam	-	Disesuaikan
2	Disk mill	200–300 kg/jam	500 kg/jam	5,5 hp	15 hp
3	<i>Hammer</i> mill	400–500 kg/jam	3–70 ton/jam	6,5 hp	18,5-350 kw
4	Shifter/ ayakan	300–500 kg/jam	-	1 hp	-
5	Mixer horizontal	500 kg/10 menit	100-4.000 kg batch	1 hp	2,2-4,5 kw
6	Mixer vertikal	2 ton/jam	> 2 ton/jam	10 hp	>10 hp
7	Mesin pelet	200-250 kg/jam	1-20 ton/jam	15 hp	22-160 kw
8	Pendingin	500 kg input	5-10 ton/jam	1 hp	0,75-5,55 kw
9	Mesin crumble	400-500 kg/jam	3-30 ton/jam	1 hp	1,1-30 kw
10	Steam	100 liter	-	2 hp	-
11	Dryer	-	1-3 ton/jam	-	1-5,7 kw
12	Conditioner	-	5-10 ton/jam	-	0,75-5,55 kw
13	Sortasi	-	2 ton/jam	-	0,5 hp
14	Vibrator screener	-	300 kg/jam	-	0,5 hp

Berikut ini adalah beberapa peralatan skala industri yang digunakan untuk membuat pakan, beserta dengan prinsip kerja penggunaan peralatannya.

1) Silo

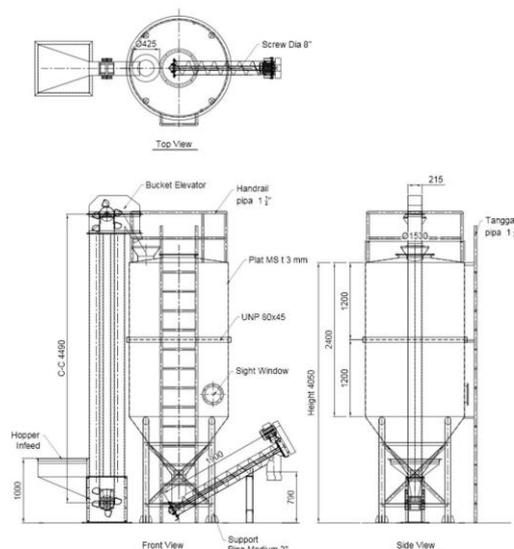
Silo adalah struktur yang digunakan untuk menyimpan bahan baku pakan berbentuk curah. Pada umumnya, silo digunakan di bidang pertanian sebagai penyimpan biji – bijian hasil pertanian dan pakan ternak. Istilah *silo* merupakan turunan dari bahasa Yunani, yaitu *siros*, yang berarti "lubang penyimpan biji-bijian". Oleh karena itu, silo berfungsi untuk menyimpan bahan baku pakan agar tidak mudah rusak dan mutunya tetap terjaga.

Berdasarkan jenis strukturnya, silo terdiri dari silo menara, silo bunker, silo karung, dan silo kotak. Sedangkan berdasarkan bahan yang disimpan, silo terdiri dari silo biji-bijian, silo semen, dan silo penyimpan garam dan pasir. Biasanya silo digunakan untuk produksi pakan dengan kapasitas yang besar atau > 10.000 ton/bulan. Oleh karena itu, dalam memuat bahan

curah ke dalam silo, diperlukan mekanisme elevator biji-bijian seperti konveyor (konveyor sabuk, konveyor udara, konveyor ember), auger, dan hopper yang tergantung pada jenis bahan curah yang disimpan. Pengisian juga dilakukan dari tingkat paling atas, sehingga bahan curah yang masuk lebih dulu akan berada di bawah. Sedangkan pengambilan bahan curah dilakukan dari bawah. Hal ini sesuai dengan prinsip *first in first out* (FIFO), sehingga kualitas bahan pakan tetap terjamin karena bahan yang pertama kali masuk, tidak terlalu lama disimpan.

Selain itu, untuk tetap menjaga kualitas bahan curah, maka perlu dilakukan pengendalian lingkungan/ruangan di dalam silo. Pengendalian lingkungan ini tergantung pada bahan yang dimuat, sehingga pengendalian lingkungan di dalam silo bervariasi. Misalnya, untuk mempertahankan waktu penyimpanan dalam jangka panjang, maka diperlukan pengendalian kadar air di udara dan disesuaikan dengan kadar air kesetimbangan bahan. Jika bahan mudah bereaksi dengan gas tertentu seperti oksigen, maka pengendalian jenis dan kadar gas di dalam silo diperlukan. Pengendalian kadar gas juga diperlukan jika silo digunakan untuk proses fermentasi, aerob maupun anaerob.

Gambar 16
Silo



Sumber: <http://www.desainmesin.com/silo>

Sistem kerja mesin silo adalah mengambil bahan dengan cara bahan dihisap oleh blower dari mesin penepung untuk dimasukkan kedalam silo (tempat penampungan sementara) dan diproses ke selanjutnya.

2) Saringan kasar (*screen*)

Saringan kasar digunakan untuk menyaring bahan agar mempunyai ukuran relatif seragam sebelum dilakukan pengecilan ukuran. Saringan kasar juga digunakan untuk membersihkan bahan pakan dari benda asing. Namun apabila bahan yang tersedia berkualitas baik, bermutu dan tidak mengandung kotoran, maka tidak perlu dilakukan penyaringan.

Gambar 17
Saringan



3) Grinder

Keberadaan mesin grinder mutlak diperlukan bagi pabrik pakan, baik skala kecil, menengah atau tinggi. Grinder atau alat penepung ini merupakan alat yang digunakan sebagai penggiling sekaligus penghancur bahan pakan. Dilihat dari keadaan bahan selama penepungan, terdapat 2 jenis alat penepung, yaitu penepung tipe *batch* dan penepung tipe terusan (*continue*). Disebut penepung tipe *batch* apabila selama proses penepungan bahan tetap berada dalam bak dan dikeluarkan bila penepungan telah selesai. Namun apabila selama proses penepungan melewati penepungan selama sekali lintasan, maka penepungan seperti ini disebut dengan tipe terusan (*continue*). Bahan yang ditepung menggunakan penepungan tipe ini mempunyai ukuran yang tidak merata, karena itu alat harus diatur sedemikian rupa sehingga ukuran bahan

sesuai yang diinginkan. Terdapat beberapa tipe alat penepung (*grinder*), yaitu penepung tipe palu (*hammer mill*), penepung tipe bergerigi, penepung tipe silinder, dan penepung tipe pisau (*cutter mill*).

a) *Hammer mill* (penepung tipe palu)

Hammer mill adalah mesin yang bertujuan untuk menghancurkan bahan material besar menjadi potongan kecil. *Hammer mill* merupakan penggiling yang serbaguna, dapat digunakan untuk bahan kristal padat, bahan berserat dan bahan yang agak lengket. Pada prinsipnya, alat ini berfungsi untuk mengecilkan ukuran bahan pakan pada tahap awal. Sesuai dengan namanya (*hammer* = palu), maka mesin ini merupakan aplikasi dari gaya pukul atau impak gigi penggiling (*impact force*). Tipe *hammer mill* dibedakan berdasarkan sifat dari gigi penggiling yaitu gigi penggiling dapat berayun bebas pada porosnya dan gigi penggiling tidak dapat berayun bebas pada porosnya (*statis*). Kedua tipe *hammer mill* tersebut dalam operasinya tidak mempunyai banyak perbedaan, yang penting diperhatikan adalah jumlah ketebalan dari gigi-gigi penggiling.

Penggunaan *hammer mill* mempunyai beberapa keuntungan dan kekurangan. Beberapa keuntungan dari penggunaan *hammer mill* adalah :

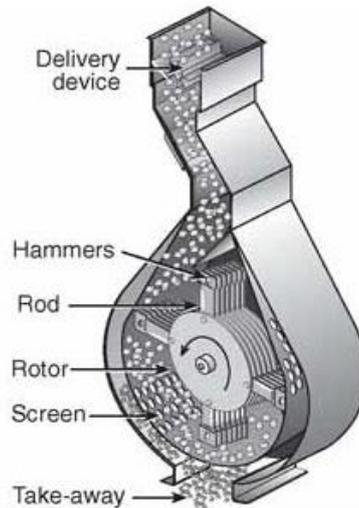
- konstruksinya sederhana dan dapat digunakan untuk menghasilkan hasil gilingan yang bermacam-macam ukuran
- tidak mudah rusak dengan adanya benda asing dalam ruang penepungan
- biaya operasi dan pemeliharaan lebih murah

Sedangkan beberapa kerugian menggunakan *hammer mill* antara lain adalah :

- biasanya tidak dapat menghasilkan gilingan yang seragam
- untuk gilingan permulaan atau gilingan kasar dibutuhkan tenaga yang relatif besar sampai batas-batas tertentu.

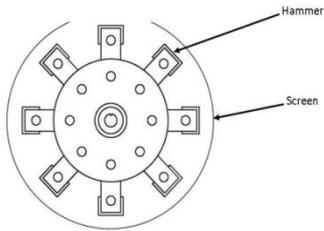
Bagian utama dari *hammer mill* adalah corong pemasukan, pemukul, corong pengeluaran, motor penggerak, alat transmisi daya, rangka penunjang dan ayakan.

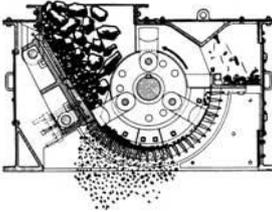
Gambar 18
Bagian – bagian *hammer mill*



(sumber: domas09.blogspot.com)

Berikut ini adalah fungsi dari masing – masing bagian tersebut :

Bagian utama	Fungsi
Corong pemasukan (<i>delivery device</i>)	Corong pemasukan terbuat dari plat esher 1.5 mm, bagian atas dari corong pemasukan berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 350 mm x 350 mm dan bagian bawahnya menyempit sampai 90 mm x 50 mm dengan kemiringan dinding corong 40°.
Pemukul (<i>Hammer</i>) 	Pemukul terbuat dari stainless steel. Pada bagian ini terdapat lima pasang pemukul yang juga terbuat dari bahan stainless steel. Ukuran pemukul adalah antara 100 mm x 25 mm x 5 mm dan pada kedua sisi pemukul dibuat tajam, hal ini bertujuan agar sisi pemukul yang satu dapat menggantikan sisi pemukul yang sudah tumpul dengan cara membalik posisi. Pemukul dipasang dengan posisi horizontal

Bagian utama	Fungsi
	dengan jumlah lima pasang yang disatukan oleh empat buah poros yang terbuat dari stainless steel dengan berdiameter 10 mm dipasang vertikal.
<p>Saringan (<i>screen</i>)</p> 	Saringan biasanya terbuat dari plat baja yang berfungsi untuk menentukan besar kecilnya ukuran butir biji-bijian. Saringan yang dipasang pada <i>hammer mill</i> dapat diganti-ganti tergantung dari besar kecilnya ukuran butir hasil gilingan yang dikehendaki.
<p>Corong pengeluaran</p>	Corong pengeluaran terbuat dari plat esher 1.5 mm yang berbentuk kerucut terpancung pada posisi terbalik. Diameter corong adalah 550 mm dan diameter bawahnya adalah 120 mm

Penepung palu digunakan untuk penepungan sedang dan halus, sehingga hasil gilingan dari *hammer mill* ini biasanya masih kasar. Oleh karena itu, bahan harus digiling lebih lanjut menggunakan *disk mill*.

Gambar 19

Hammer mill



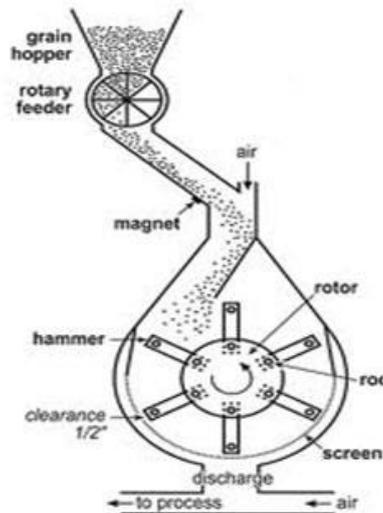
(sumber: www.directindustry.com)

Prinsip kerja *hammer mill* adalah memukul bahan secara terus menerus dengan kecepatan tinggi menggunakan palu yang tersusun dan berputar pada porosnya, sehingga secara bolak – balik palu bergerak memberikan pukulan pada bahan. Akibatnya akan terjadi pemecahan

bahan. Proses ini berlangsung terus hingga didapatkan bahan yang dapat lolos dari saringan di bagian bawah alat. Jadi selain gaya pukul dapat juga terjadi sedikit gaya sobek.

Gambar 20

Prinsip kerja *hammer mill*



(sumber: www.teritek.in)

Tekstur tepung yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan putar penepung dan bentuk dari pemukul. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka kecepatan putar dari pemukul penepung palu sebaiknya antara 1500 sampai 4000 rpm. Secara umum dibutuhkan tenaga sebesar satu kilowatt (kw) untuk menggiling satu kilogram bahan permenit pada penepungan sedang.

b) *Penepung* tipe bergerigi

Penepungan tipe bergerigi biasanya disebut dengan *attrition mill*, *plate mill* atau *disc mill*. Penepung ini bekerja berdasarkan gaya tekanan gesekan antara dua piringan, dimana satu piringan bergerak sedang piringan lain diam atau bergerak berlawanan.

Disk mill merupakan alat penggiling, penghalus dan penepung. Alat ini lebih banyak digunakan untuk menepungkan bahan yang sedikit mengandung serat atau menggiling bahan serelia menjadi bahan pakan sehalus mungkin (tepung) sehingga mudah dicerna dengan baik oleh

biota air. Namun begitu, alat ini lebih banyak digunakan untuk menepungkan bahan yang sedikit mengandung serat dan memperkecil bahan dengan tekanan dan gesekan antara dua piringan dimana yang satu berputar dan yang lainnya tetap.

Disk mill tersebut ada yang menggunakan motor diesel dan motor listrik dengan berbagai kapasitas. Alat ini bekerja dengan prinsip memukul bahan yang akan ditepung.

Gambar 21

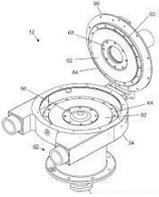
Disk mill



(sumber: www.teritek.in)

Mesin *disk mill* memiliki dua piringan yang dipasangkan pada sebuah *shaft*. Kedua piringan tersebut akan berputar secara bersamaan dengan arah berlawanan sehingga dapat menghancurkan bahan yang digiling. Pada bagian piringan ini terdapat tonjolan-tonjolan yang berfungsi untuk menjepit bahan. Mesin ini merupakan mesin yang memiliki tipe gaya dengan penekanan. Selama proses, bahan akan mengalami gesekan diantara kedua piringan sehingga ukurannya menjadi lebih kecil dan halus sampai dapat keluar melalui mesh atau saringan.

Bagian-bagian mesin *disc mill* meliputi corong pemasukkan, dinding penutup dan cakram, corong pengeluaran, ruang sirkulasi udara, dinding penutup dan cakram, serta poros penggerak.

Bagian utama	Fungsi
Corong pemasukan	Tempat masuknya bahan yang akan digiling. Pada bagian ini dilengkapi dengan katup pemasukan untuk mengatur banyaknya bahan yang akan digiling, sehingga pergerakan cakram lancar dan proses penggilingan juga dapat berjalan lancar.
Dinding penutup dan cakram 	Befungsi sebagai pengupas dan penghancur biji karena adanya gerak putar dari cakram terhadap dinding penutup yang diam. Biji yang terkupas dan hancur itu merupakan akibat dari efek atrisi dan kompresi dari cakram.
Corong pengeluaran	Befungsi untuk mempermudah dalam mewadahi bahan keluaran. Hal ini dikarenakan bahan yang keluar merupakan bahan dengan ukuran yang kecil.
Ruang sirkulasi udara	Befungsi untuk mempermudah pemasukkan bahan dan pengeluaran bahan dari cakram penggiling.
Poros penggerak	Poros penggerak berfungsi untuk menggerakkan atau memutar cakram pada disc mill dan untuk memutar silinder pengupas yang digerakkan oleh motor listrik dengan menggunakan puli dan belt sebagai penyalur daya. Pada poros penggerak terdapat pengunci untuk mengatur jarak antar cakram. Semakin kecil jarak antar cakram maka ukuran hasil pengolahan akan semakin halus.

Hasil gilingan dipengaruhi oleh kecepatan putar, kadar air bahan baku, jenis bahan baku yang digiling, laju pemasukan bahan serta kondisi dan jenis piringan penggiling. Laju pemasukan yang berlebihan akan memperkecil keefektifan dari alat dan akan menyebabkan panas yang berlebihan. Sedangkan tenaga yang diperlukan untuk menggiling akan berkurang bila kecepatan penepungan bertambah. Untuk memperoleh hasil yang baik, umumnya kecepatan putar penepung bergerigi di bawah 1200 rpm.

Terdapat beberapa keuntungan bila menggunakan penepungan tipe ini, yaitu:

- biaya pemasangan awal rendah
- hasil gilingan relatif seragam
- tenaga yang dibutuhkan lebih rendah bila dibandingkan dengan penggiling palu
- lebih dapat menyesuaikan diri dengan gerusan kasar dibandingkan dengan penggiling palu.

Sedangkan beberapa kerugian dalam menggunakan penggiling bergerigi adalah:

- adanya benda – benda asing di dalam bahan yang digiling dapat menyebabkan kerusakan pada alat
- bila piringan beroperasi tanpa bahan yang digiling maka akan mempercepat kerusakan piringan

c) Penepung tipe silinder

Mesin tipe ini sudah banyak digunakan oleh industri tepung. Biasanya alat yang dipakai terdiri dari satu silinder yang memiliki kecepatan putar sebanyak dua atau tiga kali dari silinder lain. Ukuran penepung silinder didasarkan pada ukuran diameter dan panjang silinder.

Alat ini bekerja dengan prinsip penggilasan bahan diantara celah – celah silinder. Sebelum bahan yang akan digiling dimasukkan, silinder harus dalam keadaan berputar dengan kecepatan tertentu, bila tidak maka akan terjadi slip pada belt atau motor menjadi mati. Celah antara silinder dapat diatur jaraknya untuk memperoleh derajat kehalusan yang diinginkan. Bila jarak antara silinder terlalu dekat maka tenaga yang diperlukan akan menjadi lebih besar, kapasitas penepungan berkurang serta debu banyak terjadi. Pada satu silinder berputar lebih cepat dibandingkan dengan yang lain untuk mendapatkan aksi gilingan yang lebih ringan ketika bahan melalui celah silinder bergerigi sejajar dengan as silinder.

Kebutuhan tenaga penggiling silinder tergantung kepada bentuk dan kuantitas bahan yang digiling, derajat kehalusan yang diinginkan, kadar air bahan, laju pengumpanan, kecepatan operasi, tenaga yang tersedia serta kondisi dari silinder. Tahap akhir pembuatan tepung dipergunakan silinder halus dengan kecepatan silinder 25% lebih cepat dari silinder yang lainnya.

d) Penepung tipe pisau

Bentuk umum dari alat penggiling ini adalah rotor dengan pisau pemotong yang berputar pada ruang pemotongan dan memotong bahan. Bahan yang digiling akan keluar melalui saringan dengan ukuran tergantung pada ukuran saringan yang digunakan. Utamanya, penepung tipe pisau digunakan untuk bahan yang liat atau berserat. Proses pengguntingan akan lebih efektif dibandingkan dengan tekanan maupun pukulan/impak. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka laju pemasukan bahan pada ruang pemotong hendaknya tidak melebihi panjang dari pisau pemotong dengan ketebalan bahan pengumpan tidak lebih dari satu inchi.

4) Alat sortasi magnetic

Alat ini ditempatkan terlebih dahulu sebelum *hammer mill* dan *disk mill*. Fungsinya adalah untuk mencegah masuknya benda asing ke dalam mesin penggiling, seperti logam, batu, kerikil, dan pasir.

Gambar 22

Contoh Mesin Sortasi



Sumber: <https://www.indotrading.com/product/mesin-sortasi-p240493.aspx>

5) Ayakan (sifter)

Alat ini berfungsi untuk menyaring bahan yang digiling pada alat disk mill sehingga ukuran bahan menjadi seragam dan akan memudahkan dalam pengolahan selanjutnya. Alangkah baiknya apabila mesin ini menggunakan ukuran saringan dengan mash yang kecil, dan bila perlu dilakukan dua tahap penyaringan dengan dua ukuran saringan, misalnya 90 dan 100. Dengan demikian, bahan yang tidak tersaring pada saringan pertama akan digiling kembali pada disk mill.

6) Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah timbangan analitik dan kasar. Timbangan analitik digunakan untuk menimbang bahan dalam jumlah mikro (kecil), sedangkan timbangan kasar digunakan untuk menimbang bahan dalam jumlah besar (makro). Untuk skala produksi kecil, timbangan kasar yang digunakan cukup berskala 100 kg dan untuk timbangan analitis berskala 1 kg.

7) Mixer

Mixer berfungsi dalam proses pencampuran bahan baku saat pembuatan pakan berupa pellet. Mekanisme kerja mesin mixer adalah menggerakkan pengaduk untuk menghancurkan material padat hingga memiliki ukuran yang sesuai kemudian dicampur dengan bahan pendukung produksi. Kerja mesin berdasarkan putaran motor yang ditransmisikan ke belt yang kemudian menggerakkan pengaduk. Hasil rekayasa teknologi tepat guna mesin pengaduk pada pakan ternak dengan daya motor listrik 0,5 hp, mampu mengaduk bekatul secara merata dengan volume kurang dari 0,068 m³ dalam waktu 1 menit 16 detik (Arrizqi, 2011).

Alat ini dibagi menjadi mixer horizontal, mixer vertical dan mixer tabung.

- Mixer vertical
Digunakan untuk menggiling bahan pakan yang kasar. Mixer tipe ini mencampur bahan pakan dengan arah kebawah dan keatas.
- Mixer horizontal
Digunakan untuk menggiling bahan pakan yang cair dan halus. Mixer tipe ini mencampur bahan pakan dengan arah samping.

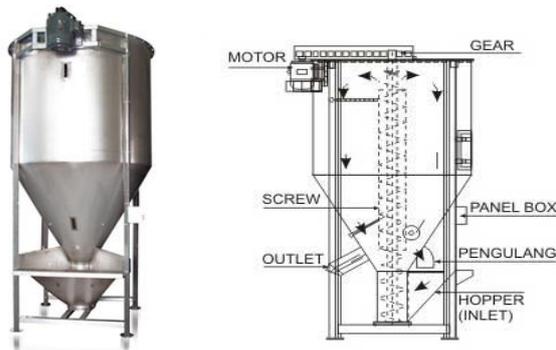
- Mixer tabung

Digunakan untuk menggiling campuran bahan pakan kasar, halus dan cair. Mixer ini mencampur bahan dengan arah rotasi

Percampuran bahan dengan menggunakan mixer tipe horizontal biasanya dilakukan secara batch, sedangkan tipe vertikal secara kontinu. Untuk mixer horizontal, pengadukan antara 5 – 10 menit, sudah cukup memberikan hasil campuran yang homogen.

Gambar 23

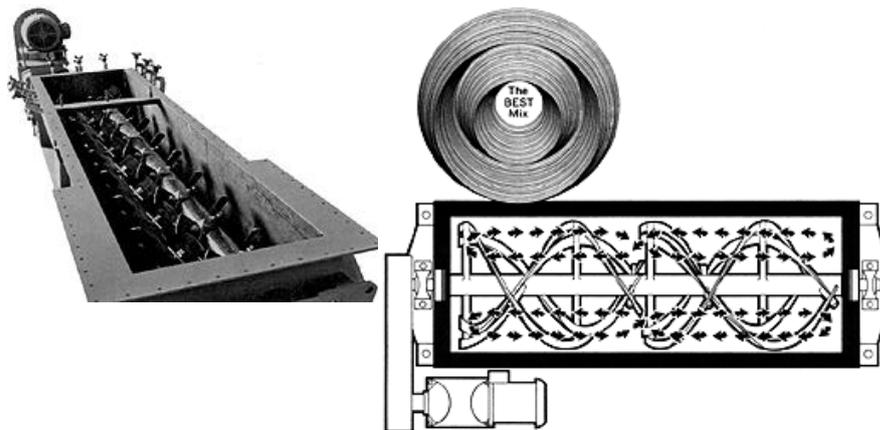
Vertikal mixer



(sumber: ty-machine.com)

Gambar 24

Horizontal mixer



(sumber: ty-machine.com)

8) Mesin Expander (Alat Pembangkit Uap/steam)

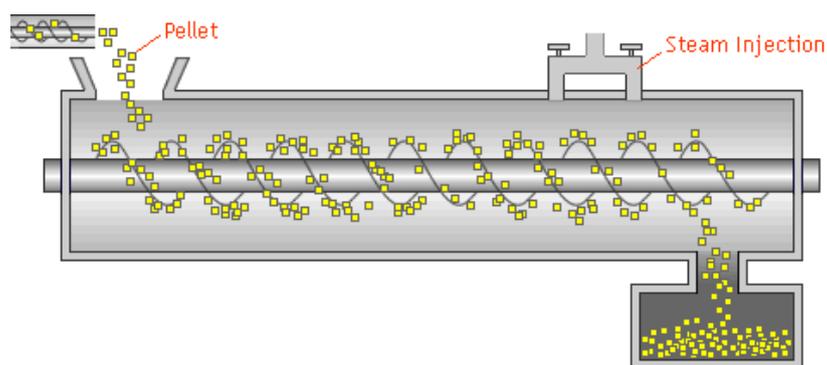
Alat pembangkit uap (steam) pada mesin pakan biasa disebut dengan expander. Alat ini mutlak diperlukan apabila produksi pakan yang

dihasilkan berbentuk pelet atau crumble. Tujuan pemberian steam adalah untuk memunculkan aroma tepung ikan yang terkandung dalam pakan sehingga dapat meningkatkan nafsu makan biota air. Alat ini biasanya digunakan bersamaan dengan proses pelleting pakan, karena proses pelleting tidak akan sempurna tanpa menambahkan panas dan air ke dalam mesin. Penambahan panas dan air harus dilakukan secara merata ke semua bahan, sehingga kualitas pakan yang dihasilkan bisa homogen. Oleh karena itu, dilakukanlah penambahan steam sebelum bahan memasuki mesin pellet.

Beberapa keunggulan penggunaan steam dalam pembuatan pelet ikan dibandingkan dengan sumber panas lainnya adalah: ketersediaan air yang berlimpah, lebih aman, butuh temperatur yang rendah, air dapat menyerap energi yang lebih besar, steam akan terkondensasi pada suhu yang konstan, serta hubungan antara tekanan dan temperatur steam mudah dipahami melalui steam table. Keuntungan lain penggunaan steam dalam pembuatan pelet akuakultur adalah meningkatkan produktivitas antara lain melalui penghematan energi listrik, mempercepat terjadinya gelatinisasi, menghindari kehilangan berat akibat penyusutan, mengurangi biaya produksi, meningkatkan daya rekat antar bahan, mengurangi bakteri patogen, pakan jadi lebih awet dan meningkatkan kualitas. Menurut Nef (2002), penambahan steam dalam proses pembuatan pelet lebih menguntungkan dibandingkan penambahan air dingin dan air hangat.

Gambar 25

Proses Conditioning dengan Steaming



(sumber: id.fdsp-cn.com)

9) Mesin pelet

Digunakan untuk mencetak adonan bahan pakan. Mesin ini terdiri dari 2 tipe, yaitu horizontal dan vertikal. Jenis pelet yang dihasilkan dari mesin horizontal adalah jenis pelet tenggelam. Kedua mesin ini mempunyai kerja yang sama, yaitu bahan pakan mengalami proses pengepresan, pemanasan dan pengeringan, akibat tekanan yang ditimbulkan oleh roll yang berputar dan berinteraksi dengan die tempat bahan pakan dimampatkan.

Die adalah alat yang terdapat dalam mesin pellet dan berfungsi untuk membentuk makanan menjadi butiran pellet dengan bantuan dari roller. Tiap mesin pellet memakai die dengan tipe dan spesifikasi berbeda-beda, baik dari ketebalan lubang dies, diameter dies dan jumlah lubang dies yang berkisar antara 14.000 sampai 17.000 lubang. Die diputar oleh poros motor penggerak dengan daya yang besar, sedangkan roller berputar menekan makanan masuk die karena permukaan luarnya berhimpitan dengan makanan masuk kedalam lubang die.

Gambar 26

Mesin *Pellet*



http://www.greenbusinesscentre.com/energyawards/enepresent/General_897_Raymond_UCO_Denim_0.pdf

Gambar 27
Die pada mesin pellet



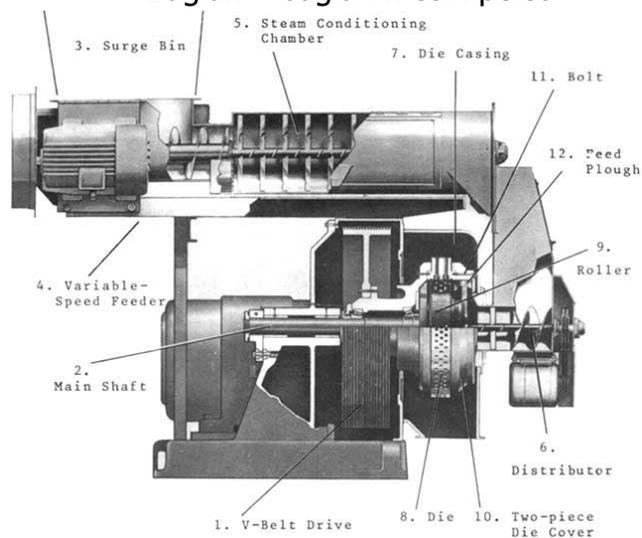
(sumber: <http://ticiz.com/p871608-amandus-kahl-pelet.html>)

Gambar 28
Alat Pemetong



(sumber: <https://energy-xprt.com/products/kahl-wood-pelleting-plants-108183>)

Gambar 29
Bagian – bagian mesin pelet



(sumber: <http://www.fao.org/3/x5738e/x5738e0j.htm>)

10) Extruder

Extruder merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses ekstruksi, yaitu proses dimana bahan dipaksa mengalir di bawah pengaruh satu atau lebih kondisi operasi seperti pencampuran (*mixing*), pemanasan dan pemotongan (*shear*), melalui suatu cekatan (*die*) yang dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi yang bergelembung kering (*puff-dry*). Fungsi pengestrusi ini adalah untuk gelatinisasi (pemasakan), pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan, penggelembungan atau pengeringan (*puff-dry*).

Dalam industri pakan, alat ini digunakan untuk membuat pakan ikan menjadi terapung (pelet apung). Salah satu keuntungan melakukan proses ekstrusi pada pembuatan pelet apung adalah mengurangi adanya kerusakan nutrisi, daya cerna tinggi, gelatinisasi & denaturasi, serta rusaknya antinutrisi yang terdapat dalam bahan pakan.

Gambar 30

Extruder



(sumber: <https://www.indiamart.com/rakesh-engineeringworks/plastic-machine.html>)

Berdasarkan cara kerjanya, extruder dibedakan menjadi *Cold Extruder* dan *Extruder cookers*. Sedangkan berdasarkan konstruksinya, extruder dibedakan atas *Single screw extruders* (*extruder* ulir tunggal) dan *Twin screw extruder* (*extruder* ulir ganda). Ekstruder ulir tunggal dan ulir ganda dikelompokkan lagi berdasarkan seberapa banyak energi mekanis yang dapat dihasilkan. Perbedaan di antara kedua tipe tersebut adalah sebagai berikut :

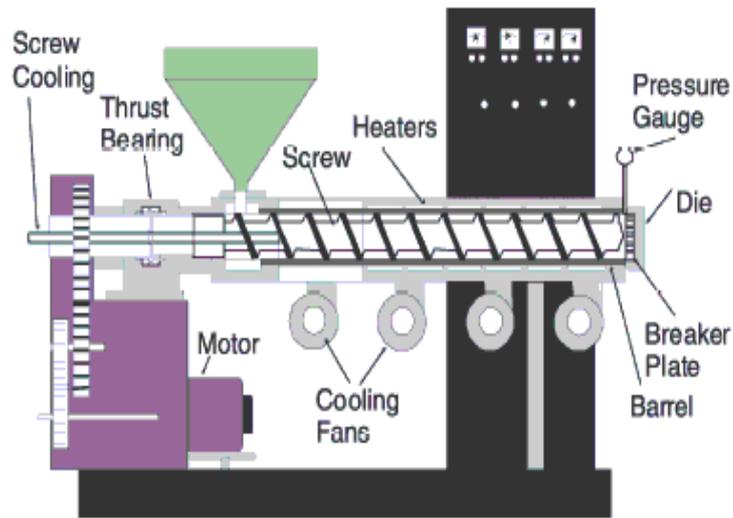
Parameter pembeda	<i>Single Screw Extruder</i>	<i>Twin Screw Extruder</i>
Mekanisme pergerakan bahan	Friksi antara logam dan bahan makanan	Pergerakan bahan ke arah positif (<i>die</i>)
Penyedia energi utama	Panas gerakan ulir	Panas yang dipindahkan pada barrel
Kapasitas (<i>throughput kg/hour</i>)	Tergantung kandungan air, lemak, dan tekanan	Tidak tergantung apapun
Perkiraan energi yang digunakan/kg produk	900 – 1500 kJ kg ⁻¹	400 – 600 kJ kg ⁻¹
Distribusi panas	Perbedaan temperaturnya besar	Perbedaan temperatur kecil
Biaya investasi	rendah	tinggi
Kandungan air minimum	10,00%	8,00%
Kandungan air maksimum	35,00%	95,00%

Sumber : (Jowitt, 1984)

a) *Single screw extruder* (*extruder* ulir tunggal)

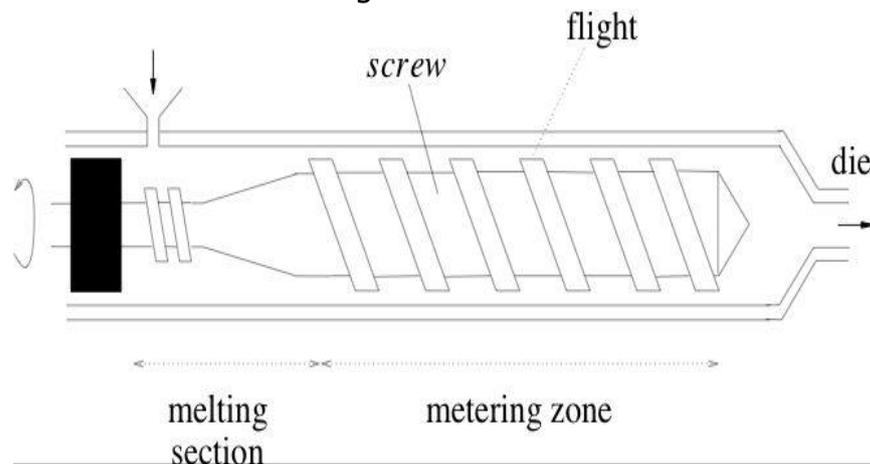
Alat ini merupakan bentuk operasi sederhana dimana tidak disertai injektor uap/air, kecepatan ulir (rpm) tinggi dan suhu ekstrusi relatif tetap. Pada ekstruder ulir tunggal, gaya untuk menggerakkan bahan berasal dari pengaruh gesekan yang diperoleh dari ulir dan bahan, serta gesekan antara dinding barrel ekstruder dan bahan. Dinding selubung ekstruder pada ekstruder ulir tunggal memainkan peran penting dalam menentukan rancangan ekstruder karena untuk menghasilkan kemampuan menggerakkan bahan yang baik, ekstruder ulir tunggal membutuhkan konfigurasi dinding barrel ekstruder tertentu. Jika bahan yang diolah menempel pada permukaan ulir dan tergelincir dari permukaan barrel maka tidak akan ada produk yang mengalir dalam ekstruder karena bahan ikut berputar bersama ulir tanpa terdorong ke depan.

Gambar 31
Single screw extruder



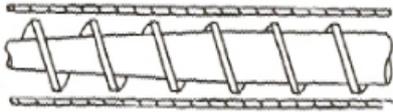
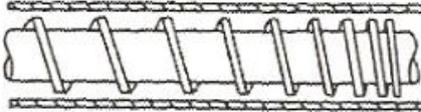
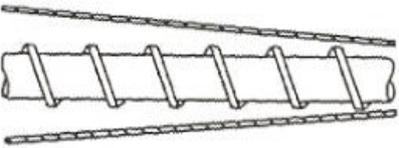
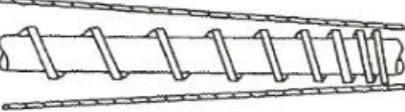
(www.plastic.com)

Gambar 32
Single screw extruder



(sumber: <http://www.uea.ac.uk/~h007/extruder/>)

Pada ekstruder berulir tunggal, desain gerak maju ulir/kerapatan ulir dan ketinggian sayap dapat berubah sepanjang masuk hingga keluar nya bahan. Pada umumnya, keduanya mengalami penurunan dari ujung masuk hingga ujung keluar nya bahan lewat die. Berikut ini adalah berbagai variasi screw dan barrel :

	<p>Diameter poros bertambah, kerapatan ulir tetap</p>
	<p>Diameter poros tetap, kerapatan ulir bertambah</p>
	<p>Diameter poros tetap, kerapatan ulir tetap, barrel menyempit</p>
	<p>Diameter poros tetap, kerapatan ulir tetap, barrel tetap, penambahan halangan</p>
	<p>Diameter poros tetap, kerapatan ulir bertambah, barrel menyempit</p>

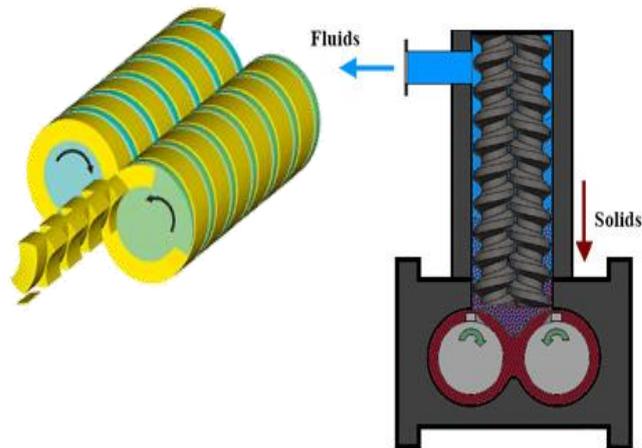
Pada bagian pangkal (feeder) ulir, sudut ulir terhadap poros dibuat relatif miring ke kanan untuk memudahkan perpindahan ekstrudat yang densitasnya masih rendah. Sejalan dengan meningkatnya densitas, sudut muka ulir dibuat mendatar untuk meningkatkan pencampuran dan menurunkan kecepatan perpindahan ekstrudat. Sudut muka ulir yang relatif pipih juga berfungsi untuk meremas bahan ekstrudat.

b) *Twin screw extruder* (*extruder* ulir ganda)

Twin screw extruder memiliki laras yang dilengkapi jaket pemanas dan atau pendingin yang dapat diganti – ganti, dilengkapi dengan pengukur suhu, lubang injeksi air/uap, ruang kondisioning dilengkapi injektor bahan cair, ulirnya bekerja saling membersihkan, dan ruang ulir sinambung dengan arah berputar.

Gambar 33

Ulir pada twin screw extruder



(sumber : www.hb-fein)

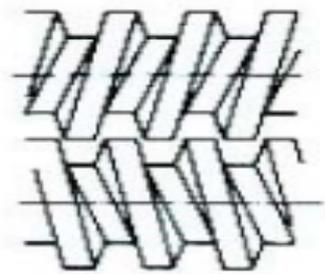
Dua ulir tersebut secara paralel ditempatkan dalam barrel dengan jarak ulir yang diatur rapat, sehingga mengakibatkan bahan bergerak di antara ulir dan barrel. Hal ini menyebabkan bahan digerakkan pada arah positif yaitu menuju die tempat bahan keluar, dan terhindar dari aliran balik (negatif) ke arah bahan masuk tanpa harus dilengkapi dengan mekanisme antirotasional di dinding barrel, seperti pada ekstruder ulir tunggal.

Gambar 34

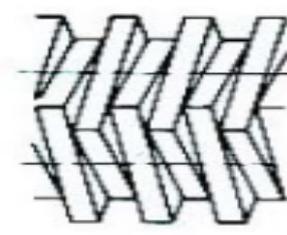
Beberapa Tipe Ulir Ganda

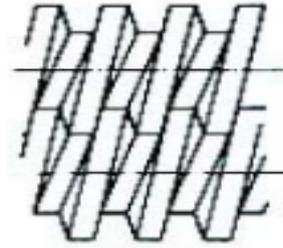


(a) Counter rotating Non – intermeshing

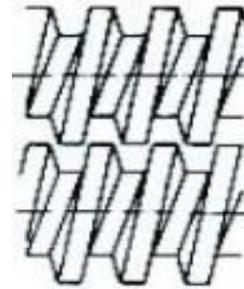
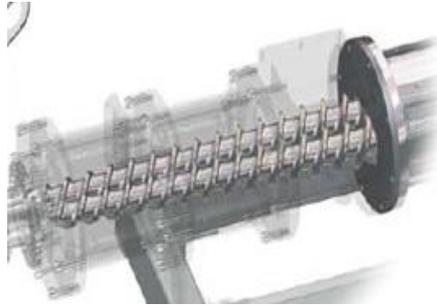


(b) Counter rotating intermeshing





(c) Co rotating intermeshing



(d) Co rotating non intermeshing

(sumber: https://www.plasticmachine.com.tw/Non-intermeshing_Counter-rotating_Twin_Screw_for_Banbury_Mixer.html)

Pada ekstruder tipe ini, bentuk geometris ulir sangatlah penting untuk diperhatikan karena bentuk ulir ini dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada ruang ekstruder yang akan menyebabkan aliran bahan dari satu ruang ke ruang yang lain, baik ke arah negatif maupun ke positif.

Gambar 35

Ulir ganda pada ekstruder



(Sumber : www.exapro.com)

Ekstruder memiliki empat bagian utama, yaitu: ulir (screw), abung/laras (stator/barrel), lubang berukuran relatif kecil (die), dan pisau (knife). Rasio antara panjang dan diameter dari tabung (L/D) adalah sekitar 2 – 4.

Extruder bekerja dengan prinsip membawa bahan mentah yang dimasukkan ke dalam laras (barrel) ulir (screw) disepanjang laras. Di ujung laras, pengaliran yang lebih kecil membatasi volume dan meningkatkan daya tahan bahan untuk bergerak, sehingga bahan akan memenuhi barrel. Hal ini menyebabkan ruangan diantara barrel dan screw akan terkompresi. Ketika bahan melewati laras, ulir akan mengadoni bahan sehingga menjadi massa yang semi padat dan plastis. Jika bahan dipanaskan > 100 oC maka prosesnya disebut *Extrusion Cooking (Hot Extrusion)*. Pemanasan ini akan menyebabkan terjadinya kenaikan suhu, dan dengan cepat bahan pangan dilewatkan ke bagian barrel yang mempunyai pengaliran lebih kecil sehingga tekanan meningkat Pada ujung barel terdapat die. Ketika bahan keluar dari die dengan pengaruh tekanan maka terjadi pengembangan ukuran dan pendinginan karena airnya telah keluar dalam bentuk uap air. Bagian bagian mesin ekstruder pelet ikan terapung adalah:

- Mixer

Bagian ini mempunyai fungsi mengaduk bahan agar lebih homogen dan membawa bahan menuju *skrew ekstruder*. Mixer ini digerakan oleh motor listrik daya 1Hp/Motor bensin 5,5 Hp dan diatur frekuensi putarnya oleh Puly/Speed Reducer.

- Skrew dan tabung

Skrew dan tabung mempunyai jenis begitu banyak variasinya. fungsi dari skrew adalah untuk membawa, mengaduk dan memotong bahan menuju lubang dies. Skrew digerakan di gerakan dengan motor listrik berkekuatan besar dengan daya 10Hp. Tekanan dari skrew ini sangat besar sehingga bahan yang mengandung protein ditekan dengan tekanan besar hingga mengeluarkan minyak dan protein itu sendiri dan memungkinkan lebih mudahnya tercerna ketika peletnya dimakan oleh ikan. Sedangkan tabung berfungsi sebagai pemberi gesekan dan pemotong bahan hingga menjadi lebih rata dan homogen sebelum bahan sampai ke dies.

- Dies atau cetakan

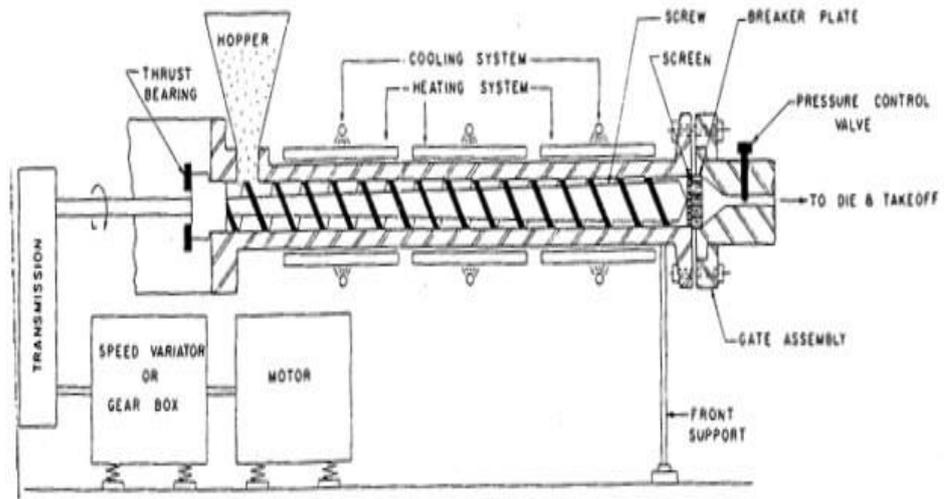
Dies atau cetakan berfungsi membentuk bahan yang di bawa oleh skrew dan melewati lubang dies sesuai ukuran yang ada.

- Pisau potong

Pisau potong berfungsi untuk memotong bahan yang telah dibentuk oleh dies panjang atau pendek ukuran potongan ini bisa diatur..Pelet yang telah dipotong ini langsung kering hanya perlu diangin anginkan saja.

Gambar 36

Prinsip kerja extruder



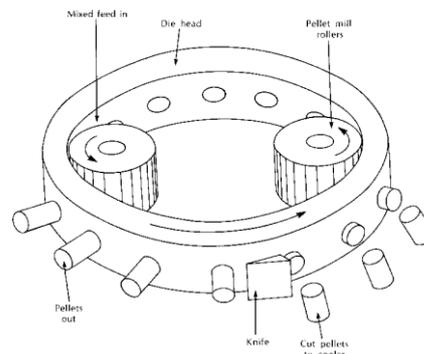
(sumber: <http://pemulatempatuntukbelajar-widiyanto.blogspot.com/2011/04/prinsip-prinsip-extrusion.html>)

11) Dies tool dan pisau pemotong (*knife*)

Dies tool merupakan alat yang digunakan untuk mencetak pellet menjadi bentuk yang diinginkan melalui prinsip pengepresan bahan. Bentuk dan diameter lubang pada cetakan (die) berpengaruh nyata terhadap tekanan yang dihasilkan pada die dan karakteristik produk, dimana diameter yang semakin kecil akan menghasilkan tekanan yang semakin besar. Barrel pada ekstruder bisa memiliki die yang terdiri dari satu atau lebih bukaan. Bukaan ini membentuk produk akhir dan menimbulkan gaya yang berlawanan arah dengan gaya tekan dari ulir. Penggunaan die dapat lebih dari satu hingga tiga untuk mendapatkan tekstur dan mouthfeel yang diinginkan. Sedangkan kecepatan pisau menentukan panjang dari produk yang dihasilkan oleh ekstruder. Semakin tinggi kecepatan pisau maka panjang produk semakin kecil, demikian sebaliknya.

Gambar 37

Dies dan pisau pemotong



(sumber: <https://bit.ly/2WTtbGk>)

12) Pemecah Pelet (*Crumble*)

Mesin pemecah pelet (*crumble*) terutama digunakan untuk pakan ayam pedaging (periode *grower* dan *finisher*). Mesin ini berfungsi untuk memecah pelet menjadi dua atau tiga bagian. Tenaga motor yang digunakan 1 HP dengan kapasitas pengolahan 400-500 kg/jam (skala kecil).

13) Pendingin (*cooler*)

Fungsinya adalah untuk mendinginkan atau menguapkan uap air yang masih menempel pada permukaan pelet yang dihasilkan dalam proses pemeletan sebelumnya, sehingga pelet akan menjadi kering. Lama pendinginan dalam cooler ini tidak terlalu lama, sekitar 10 – 15 menit.

Gambar 38

Cooler



(sumber: <http://www.namdhariindustrialworks.com/pellet-cooler.html>)

Dengan mesin pengemas dan mesin jahit, bahan pakan dalam kemasan akan tertutup dan terlindung dengan baik.

14) Peralatan Pendukung Lainnya

Peralatan lain yang mendukung proses pembuatan pakan adalah:

- Gerobak / *Trolley*, digunakan untuk memudahkan dan mempercepat membawa bahan pakan.
- Kaitan (*gaco*), digunakan terutama pada saat menaikkan atau menurunkan karung bahan pakan atau mengangkut pelet yang sudah dikemas dalam karung.
- Wadah atau bak penampung dan skop, diperlukan untuk menampung bahan pakan yang akan ditimbang dan hasil pengolahan, terutama untuk pengolahan pakan kapasitas kecil.
- Peralatan bengkel, terdiri dari kunci, palu, obeng, tang, gergaji dan digunakan apabila terdapat masalah pada peralatan.

4. Prosedur/cara kerja alat pembuatan pakan

a. Silo

Menurut Dwi (2001), bagian utama dari silo yaitu atap, barel, dan hopper, dimana:

- Bagian atap silo merupakan tempat masuknya biji-bijian ke dalam silo.
- Barel adalah tempat yang berukuran besar untuk penampungan biji-bijian.
- Hopper adalah tempat penampungan sementara atau jalan keluarnya biji-bijian.

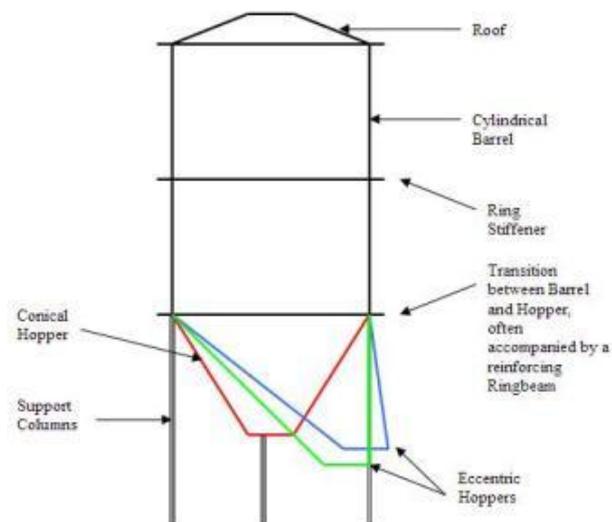
Dalam memuat bahan curah ke dalam silo, diperlukan mekanisme elevator tergantung pada jenis bahan curah yang dimuat.

Pengisian dilakukan dari tingkat paling atas yaitu dari atap sehingga yang masuk lebih dulu akan berada di bawah. Sedangkan pengambilan bahan curah dilakukan dari bawah atau melalui hopper dengan prinsip gravitasi (Anonim, 2012).

Prinsip pengujian kerja tower silo pada biji-bijian misalnya jagung yaitu mulanya hopper disambungkan pada *analog digital converter*. Setelah alat yang terpasang pada hopper telah siap, biji jagung dimasukkan pada tempat

penampungan pada hopper bagian atas dan tempat penampung tersebut di isi sampai penuh. Setelah penuh dan alat yang terpasang telah konstan maka lakukan penutupan tempat penampungan, sedangkan bagian bawah penampung dibuka sambil ditambah dengan biji jagung. Penambahan ini diusahakan dilakukan secara konstan, namun sedikit lebih cepat. Hal itu dilakukan secara terus menerus sampai kapasitas hopper maksimum. Setelah itu, penambahan bijian dihentikan. Kemudian pada tutup hopper bagian bawah dibuka untuk mendapatkan data mengenai tekanan normal lateral dan saat tutup bagian bawah dibuka, alat yang terhubung dengan hopper juga mulai dijalankan. Hal yang perlu diperhatikan adalah diusahakan terjadi sedikit guncangan sebab alat yang terpasang pada hopper sangat sensitif terhadap guncangan (Anonim 1, 2014).

Gambar 39
Cara Kerja Silo



(sumber: sitibarrirrotunn.wordpress.com)

b. Penepung (hammer mill dan disk mill)

Terdapat 5 (lima) struktur pada mesin *hammer mill*, yaitu :

1) *Foundation*

Foundation merupakan bagian paling dasar mesin yang berguna untuk menghubungkan dan menopang seluruh bagian mesin serta bertindak sebagai tempat hasil produksi keluar.

2) Rotor

Bagian ini berfungsi sebagai penggerak utama kinerja mesin. Terdiri dari poros utama, piringan bingkai, piringan penghancur, dan landasan. Bagian ini juga bekerja dengan kecepatan yang sangat tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksaan keseimbangan setiap bagian sebelum mesin dijalankan.

3) *Operating door*

Bagian ini berfungsi sebagai pintu untuk melihat dan memeriksa komponen-komponen yang berada di dalam mesin. Hal ini memungkinkan kita untuk membersihkan saringan dan mengganti pisau penghancur dengan lebih mudah.

4) Casing bagian atas

Bagian ini berfungsi sebagai penghubung antara bagian atas mesin dengan bagian bawahnya. Selain itu, casing ini juga berfungsi sebagai pengapit saringan dan memberikan ruangan produksi yang cukup bersama-sama dengan rotor.

5) *Feeding guide structure*

Bagian ini berfungsi sebagai pintu masuk bahan baku produksi.

Hammer mill bekerja dengan prinsip sebagai berikut:

- Bahan baku yang dimasukkan ke dalam mesin akan dibawa oleh sebuah pelat ke bagian penghancuran.
- Setelah bahan baku dihancurkan, bahan akan dipotong dengan kecepatan yang sangat tinggi sehingga menjadi tepung. Proses ini juga menimbulkan tekanan udara di dalam akan mengalir keluar.
- Bahan baku yang berupa tepung akan terbang keluar melewati saringan.
- Bahan yang masih berukuran besar akan diproses kembali hingga berbentuk tepung halus.

Sedangkan cara kerja mesin hammer mill dan disk mill adalah sebagai berikut:

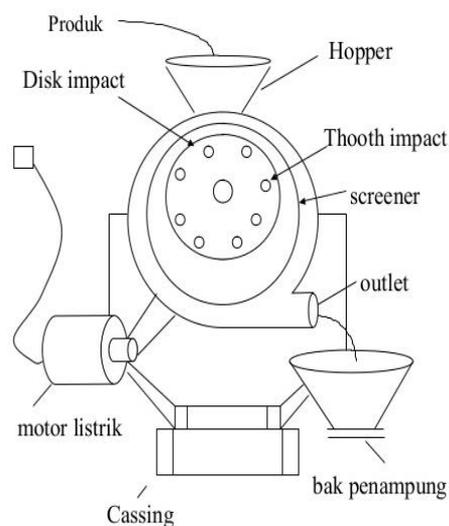
- **Cara kerja mesin hammer mill** sebenarnya tidak terlalu rumit. Secara umum, mesin ini berbentuk sebuah tabung besi yang memiliki poros di bagian vertikal atau horizontal. Rotor berputar di bagian dalam mesin akan

mengerakkan mesin penepung. Bahan baku yang telah diproses oleh mesin akan keluar sesuai besar ukuran yang telah dipilih melalui saringan

- **Cara kerja mesin diskmill** dilakukan dengan: 1). Menghidupkan penggerak atau diesel mesin; 2). Memasukkan bahan baku yang akan ditepung ke dalam corong input mesin; 3). Bahan baku akan digiling oleh mesin; 4). Tepung hasil gilingan akan keluar pada corong pengeluaran mesin; 5). Selanjutnya sediakan tempat penampungan hasil pada corong output mesin sehingga tepung mudah diambil.

Gambar 40

Mesin Penepung



- Hopper: penampung produk yang akan digiling
- Disk impact: tempat kedudukan gigi pemukul (*thooth impact*)
- Thooth impact: pemukul produk menjadi tepung
- Screener (ayakan): menyaring tepung sebelum keluar melalui outlet
- Cassing (rumah mesin): tempat kedudukan mesin

Mekanisme bekerja mesin pada gambar 40 adalah motor listrik dihidupkan →→ produk (bahan) yang ditepung dimasukkan dalam hopper →→ masuk ke dalam ruang penepung, produk (bahan) dipukul oleh gigi thooth impact →→ ukuran kecil masuk dalam screener →→ ukurang yang sangat halus akan keluar menuju outlet →→ ukuran yang masih kasar akan terpukul ulang sehingga ukurannya lembut.

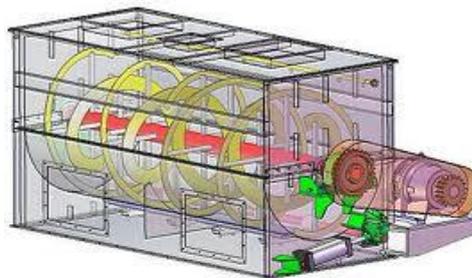
c. Mixer

Cara kerja mixer, baik horizontal mixer maupun vertical mixer pada prinsipnya adalah sama, yaitu sebagai berikut:

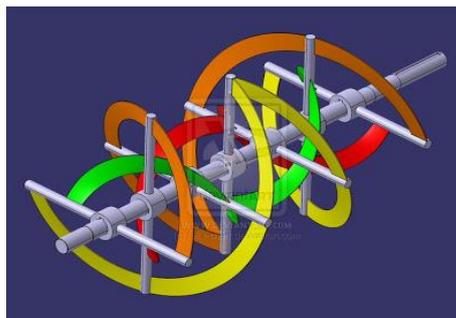
- 1) Hidupkan mesin mixer
- 2) Masukkan bahan yang akan dicampur ke dalam input mesin mixer

- 3) Mesin mixer akan otomatis mencampur pakan
- 4) Setelah bahan tercampur homogen, selanjutnya bahan baku dituang pada wadah output mesin yang disediakan
- 5) Matikan mesin jika sudah selesai

Gambar 41
Bagian *rotary mixer*



(sumber: <https://medium.com/@mixmachinery/what-is-horizontal-dry-ingredient-feed-mixer-design-e807aea4a6ea>)



(sumber: http://maskarizakariah.blogspot.com/2013_04_11_archive.html)

5. Tindakan Pencegahan Kecelakaan Kerja dan Lingkungan

Kecelakaan akibat kerja adalah kecelakaan yang berkaitan dengan pekerjaan pada suatu tempat kerja dan ini berarti disebabkan oleh pekerjaannya atau pada saat korban melakukan pekerjaan tersebut. Kesehatan lingkungan berarti upaya untuk menjaga lingkungan, khususnya lingkungan kerja tetap sehat, terhindar dari kerusakan dan pencemaran akibat dampak dari sistem kerja. [SEP]

Dalam rangka menjaga keamanan kerja dan kesehatan lingkungan di pabrik pakan, perlu dilakukan antisipasi sejak awal untuk menghindari resiko kecelakaan

kerja. Beberapa tindakan yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan kerja pada saat proses pengolahan pakan menggunakan peralatan dan mesin di tempat kerja adalah:

- ✓ Pintu masuk dan keluar harus dibuat dan dipelihara dengan baik.
- ✓ Lampu dan penerangan bila tidak memadai harus diadakan diseluruh tempat kerja, harus aman dan cukup terang. Harus dijaga oleh petugas bila perlu bila ada gangguan.
- ✓ Ventilasi, harus ada ditempat tertutup termasuk pembuangan udara kotor.
- ✓ Jika tidak bisa menghilangkan debu dan udara kotor, harus disediakan alat pelindung diri.
- ✓ Kebersihan, bahan yang tidak terpakai harus dibuang, paku yang tidak terpakai harus dibuang atau dibengkokkan, benda-benda yang bisa menyebabkan orang tergelincir serta sisa barang dan alat harus dibuang, tempat kerja yang licin karena oli harus dibersihkan atau disiram pasir. Alat-alat yang mudah dipindahkan harus dikembalikan ke tempat penyimpanan. 
- ✓ Harus tersedia alat pemadam kebakaran dan saluran air dengan tekanan yang cukup, sejumlah pengawas dan tenaga terlatih harus disediakan dan selalu siap selama jam kerja. Alat-alat nya harus diperiksa secara periodik oleh yang berwenang, dan ditempatkan ditempat yang mudah dicapai. Alat pemadam dan jalan menuju ke tempat pemadaman harus terpelihara.

Beberapa hal yang dapat dilakukan dalam pencegahan dan penanggulangan kecelakaan di tempat kerja adalah:

- ✓ Pemasangan poster/himbauan tentang K3
- ✓ Penggunaan alat keselamatan kerja yang memadai (helm, sarung tangan, sepatu, masker, dll)
- ✓ Pemberian rambu-rambu petunjuk dan larangan
- ✓ Pemasangan pagar pengaman di antara lantai dan tangga
- ✓ Briefing setiap pagi kepada mandor dan sub yang terlibat
- ✓ Menjaga kondisi jalan kerja agar tetap layak pakai
- ✓ Penempatan material/bahan yang sensitive/berbahaya dengan benar
- ✓ Menjaga kondisi jalan kerja agar tetap layak pakai
- ✓ Perlu mendapat perhatian terhadap alat yang menimbulkan suara bising,

asap dan residu lainnya

- ✓ Penyediaan alat pemadam kebakaran
- ✓ Penempatan Satpam
- ✓ Kerjasama dengan klinik atau rumah sakit terdekat

Terkait dengan kesehatan lingkungan di tempat kerja, maka lingkungan kerja yang diharapkan terpenuhi menurut UU No 1 tahun 1970 adalah:

- ✓ Teratur
- ✓ Bersih dan tidak licin
- ✓ Nyaman suhunya
- ✓ Ada keseimbangan antara waktu kerja dan waktu istirahat
- ✓ Harmonis tata warna dan tata letaknya
- ✓ Kondisi mesin dan alat-alat produksi lainnya disesuaikan dengan manusianya
- ✓ Ada pengaturan intensitas dan penyebaran cahaya
- ✓ Bahan-bahan beracun terkendali
- ✓ Netralisir limbah
- ✓ Ada suasana kekeluargaan

Persyaratan instalasi yang perlu dilengkapi adalah:

- 1) Instalasi listrik, pemadam kebakaran, air bersih, air kotor, air limbah, air hujan harus dapat menjamin keamanan sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku.
- 2) Bangunan kantor yang lebih tinggi dari 10 meter atau lebih tinggi dari bangunan lain disekitarnya harus dilengkapi dengan penangkal petir.
- 3) Instalasi untuk masing-masing peruntukan sebaiknya menggunakan kode warna dan label.
- 4) Diupayakan agar tidak terjadi hubungan silang dan aliran balik antara jaringan distribusi air limbah dengan air bersih sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- 5) Jaringan Instalasi agar ditata sedemikian rupa agar memenuhi syarat estetika.
- 6) Jaringan Instalasi tidak menjadi tempat perindukan serangga dan tikus.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan bahan dan alat

1. Menyusun formulasi pakan
2. Menentukan berbagai macam peralatan pembuatan pakan
3. Mengelompokkan berbagai jenis bahan baku pakan
4. Menyiapkan peralatan pembuatan pakan
5. Menyiapkan bahan baku pakan
6. Melaksanakan tindakan pencegahan kecelakaan kerja dan lingkungan sesuai peraturan K3L atau SOP yang terkait.

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan bahan dan alat

Harus bersikap secara:

1. Tepat dan benar dalam menyusun formulasi pakan, mengidentifikasi bahan dan alat pembuatan pakan, menyiapkan bahan dan alat, dan melakukan tindakan pencegahan kecelakaan kerja;
2. Tepat, benar dan taat azas dalam menyiapkan bahan dan alat dan melakukan tindakan pencegahan kecelakaan kerja dan lingkungan.

BAB III

MENENTUKAN METODE PEMBUATAN PAKAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam menentukan metode pembuatan pakan

1. Metode Pembuatan Pakan

Pakan buatan adalah pakan yang dibuat dengan formulasi tertentu berdasarkan pertimbangan kebutuhannya. Pakan buatan bagi ikan juga dapat diartikan sebagai pakan yang dibuat dalam skala industri atau rumah tangga dengan komposisi nutrisi dan gizi sesuai dengan kebutuhan ikan dan diberikan untuk menyuplai makanan pada kolam pemeliharaan apabila tingkat ketersediaan pakan alaminya telah menipis/habis sama sekali.

Sebelum membahas tentang metode pembuatan pakan, Anda perlu mempelajari terlebih dahulu tentang berbagai macam jenis dan bentuk pakan. Hal ini disebabkan karena metode/teknik pembuatan pakan akan berbeda untuk setiap jenis dan bentuk pakan yang dihasilkan. Misalnya untuk membuat pakan berbentuk crumble, menggunakan metode yang berbeda dengan pakan berbentuk pellet. Begitu juga metode pembuatan pakan terapung akan berbeda dengan pakan tenggelam, dimana untuk membuat pakan dengan sifat terapung memerlukan tahapan khusus tersendiri yang tidak dilakukan saat mengolah pakan tenggelam.

Dari pengetahuan tentang berbagai macam jenis dan bentuk pakan tersebut, maka metode dalam pembuatan pakan sebenarnya dibedakan menjadi metode pembuatan pakan secara manual dan metode pembuatan pakan menggunakan mesin pakan. Perbedaan dari kedua metode tersebut adalah:

1) Metode pembuatan pakan secara manual

Metode ini biasanya dilakukan oleh petani ikan untuk memproduksi pakan skala rumah tangga dengan menggunakan alat-alat yang sederhana. Jumlah pakan yang dihasilkan tidak sebanyak jumlah pakan hasil skala industri. Oleh karena menggunakan peralatan yang sederhana, maka pakan yang dihasilkan memiliki sifat tenggelam (pakan tenggelam). Hal ini terjadi karena adanya beberapa prosedur pembuatan pakan yang tidak terpenuhi disebabkan

keterbatasan peralatan yang digunakan, misalnya tidak melalui proses pemanasan dan hanya pemadatan dengan pengukusan saja.

- 2) Metode pembuatan pakan dengan menggunakan mesin pakan biasanya disebut dengan pembuatan pakan skala industri. Produksi pakan skala kecil adalah suatu industri pengolah pakan dengan kapasitas kurang dari 5 ton/hari. Sedangkan produksi pakan skala besar menghasilkan pakan dengan kapasitas lebih dari 5 ton/hari.

Pakan yang dihasilkan menggunakan mesin adalah pakan terapung (pakan apung), dengan berbagai macam bentuk pakan seperti pakan bentuk *mash*, pellet atau *crumble*.

Gambar 42

Berbagai macam bentuk pakan



(*mash*)



(*crumble*)



(pelet)

2. Prosedur Pembuatan Pakan

Proses pengolahan dalam produksi pakan merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap mutu pakan, disamping faktor lain, seperti bahan pakan, bahan tambahan, peralatan pengolahan, serta perhitungan formulasi.

Secara umum, proses pembuatan pakan dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan utama, yaitu:

- 1) Proses persiapan bahan baku

Proses persiapan bahan baku meliputi penerimaan bahan baku, pembersihan bahan baku, penimbangan bahan baku, sampai bahan baku tersebut siap untuk dicetak menjadi pellet.

- 2) Pembuatan pellet

Pembuatan pellet terdiri dari pencetakan, pendinginan dan pengeringan. Proses penting dalam pembuatan pelet adalah pencampuran (*mixing*),

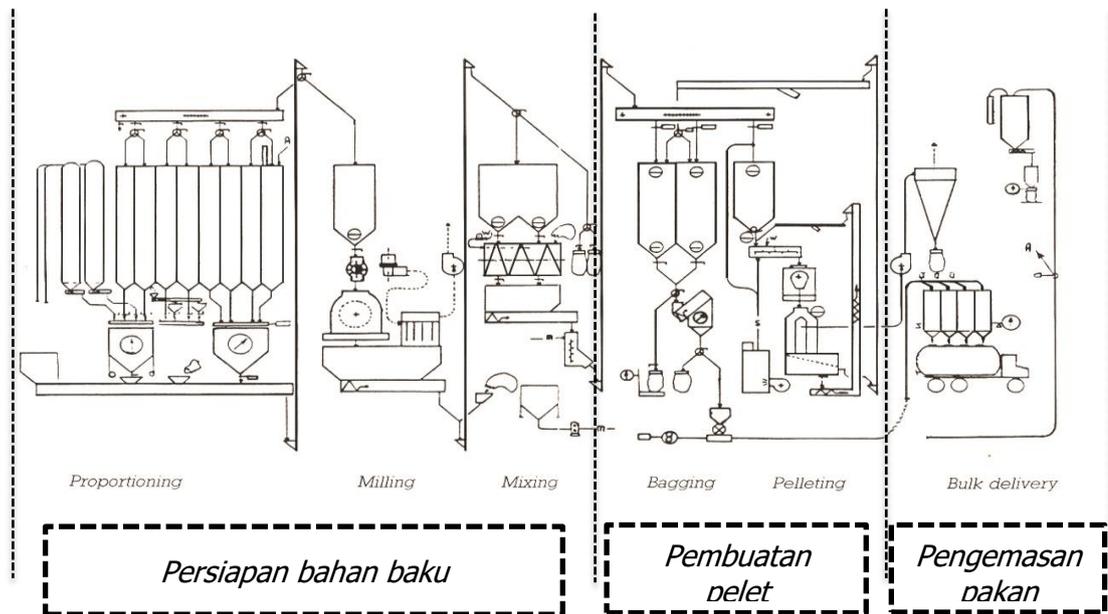
pengaliran uap (*conditioning*) pencetakan (*extruding*) dan pendinginan (*cooling*).

3) Pengemasan dan penyimpanan pakan.

Perlakuan akhir dari proses pengolahan pakan ikan adalah sortasi, pengepakan dan penyimpanan/pengudangan pakan.

Gambar 43

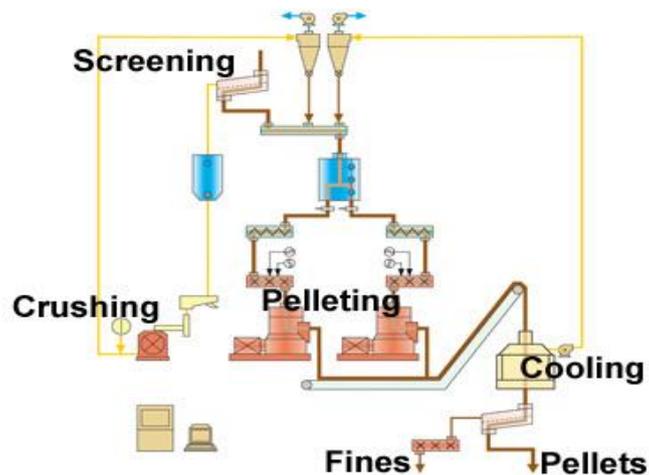
Tahapan Proses Pembuatan Pakan



Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pembuatan pakan skala industri dilakukan dengan menggunakan mesin pakan dan melalui beberapa proses pengolahan yang secara umum digambarkan seperti pada gambar di bawah ini.

Gambar 44

Gambaran umum proses pengolahan pakan skala industri



Proses pengolahan merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap mutu pakan, disamping faktor lain, seperti bahan pakan, bahan tambahan, peralatan pengolahan, serta perhitungan formulasi. Secara lebih spesifik, proses pengolahan pakan jadi mengikuti suatu mekanisme seperti yang tersaji pada gambar 45.

Gambar 45

Mekanisme Proses Pengolahan Pakan



Mekanisme tersebut secara singkat dijelaskan sebagai berikut.

1) Penerimaan bahan pakan

Pembuatan pakan untuk skala industri diawali dengan penerimaan bahan baku. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan evaluasi terhadap bahan baku, meliputi sifat fisik, kimia dan biologis serta konsistensi mutu bahan. Oleh karena itu, tahap ini merupakan tahap awal yang akan mempengaruhi tahap berikutnya dan merupakan tahap kritis karena berhubungan dengan mutu bahan pakan yang akan diolah.

2) Sortasi

Bahan yang telah diterima selanjutnya disortasi untuk menyeleksi dan memisahkan bahan mana yang perlu diolah atau yang tidak layak proses.

Prinsipnya adalah pengolahan bahan dilakukan pada bahan yang datang terlebih dahulu untuk menghindari penyimpanan bahan yang terlalu lama di gudang sehingga menyebabkan mutu bahan pakan menurun dan kualitasnya tidak baik.

3) Pembersihan/penyaringan (*screening*)

Pembersihan bahan pakan terdiri dari pembersihan secara fisik dan dilakukan dengan cara pengayakan menggunakan ayakan. Tujuan dari pembersihan/penyaringan adalah agar bahan yang akan diproses tidak tercampur dengan bahan – bahan lain yang akan merusak mutu pakan, misalnya logam, kerikil atau pasir. Dalam proses pengayakan ini, ukuran *mash* yang digunakan disesuaikan dengan bahan baku. Pembersihan juga dapat dilakukan dengan bantuan saringan magnetis.

4) Pengecilan ukuran (*grinding*) dan pengayakan (*sieving*)

Pengecilan ukuran bertujuan untuk menghancurkan, menggiling atau menghaluskan bahan baku pakan, sehingga menghasilkan gilingan bahan yang sehalus mungkin. Sedangkan pengayakan bertujuan untuk menghasilkan hasil gilingan yang seragam.

5) Formulasi

Proses yang dilakukan untuk menentukan kebutuhan bahan baku kering menggunakan perhitungan tertentu disesuaikan dengan nilai nutrisi yang diinginkan terkandung dalam pakan.

6) Penimbangan (*weighing*)

Penimbangan bahan baku pakan dilakukan setelah jumlah bahan baku yang diinginkan ditentukan menggunakan penghitungan formulasi pakan.

Untuk bahan baku pakan makro seperti tepung jagung, tepung bungkil kedele, bekatul padi digunakan timbangan kasar (skala ratusan kilogram), sedangkan untuk bahan pakan mikro/*additives*, seperti methionin, minyak ikan, vitamin, mineral mix, premix, antioksidan, anti jamur digunakan timbangan analitis atau elektronik.

7) Pencampuran/pengadukan (*mixing*)

Proses pencampuran atau pengadukan yang bertujuan agar bahan tercampur secara merata (homogen) dan seluruh komponen bahan pakan yang di formulasi dapat tersebar secara seimbang. Pencampuran bahan pakan diawali

dengan bahan yang jumlahnya besar diikuti dengan bahan yang jumlahnya kecil dan terkecil.

8) Pemberian uap panas (*steaming*)

Pemberian uap panas bertujuan untuk menimbulkan aroma pada pakan jadi dan juga bertujuan mensterilkan bahan. Pemberian uap panas ini berlangsung selama beberapa menit (2 – 3 menit) sebelum pakan memasuki mesin pelet. Pada beberapa mesin pelet modern, biasanya unit pemberi uap tersebut bersatu dengan mesin pelet.

9) Pembentukan pelet (*pelletizing*)

Bertujuan untuk membentuk suatu kesatuan pakan, atau pemadatan sehingga pakan tidak mudah tercecer. Disamping itu, pakan dalam bentuk pelet akan mengurangi susut nutrisi karena seluruh bahan akan terwakili dalam pelet.

10) Pembentukan Crumble (*crumbling*)

Tujuan *crumbling* adalah untuk memotong atau memecah pelet hasil pengolahan *pelletizer* menjadi beberapa bagian.

11) Pendinginan atau Penganginan (*cooling*)

Dilakukan untuk menghilangkan uap air yang terdapat pada permukaan luar pelet hasil *pelletizing*. Pendinginan dapat dilakukan dengan cara pengaliran udara sekeliling dengan blower tanpa pemanasan. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 5 – 15 menit.

12) Pengemasan (*Packaging*)

Agar pengangkutan hasil produk lebih mudah dan untuk menjaga agar pakan tidak cepat mengalami penurunan mutu, maka dilakukan pengemasan.

13) Penjahitan kemasan (*sewing*)

Penjahitan kemasan dilakukan agar produk pakan terlindungi dan untuk mencegah kontaminasi atau tercampurnya bahan dengan benda asing.

14) Penyimpanan (*storage*)

Pakan sebaiknya ditempatkan pada tempat yang tidak terlalu gelap. Hal ini bertujuan untuk mencegah timbulnya proses *enzimatis* pada pakan yang berakibat pada penurunan mutu produk.

a) Prosedur Pembuatan Pakan Menggunakan Mesin (Skala Industri)

Mesin yang digunakan dan proses dalam pembentukan pakan berbentuk pelet adalah:

1) Proses persiapan dan penimbangan bahan baku

Bahan baku yang telah disimpan didalam bin (tempat penyimpanan bahan baku sementara) kemudian ditimbang oleh bagian mixer menggunakan timbangan digital dan dialirkan kedalam mixer melalui pipa-pipa yang menghubungkan tong bahan baku dengan mixer. Sedangkan untuk bahan baku cair disimpan dalam tangki khusus dan kemudian ditimbang pula secara otomatis sesuai formula. Bahan baku serta bahan cair dalam jumlah sedikit, seperti vitamin, mineral, dan premix, secara khusus ditimbang secara manual dan dimasukkan kedalam mixer oleh bagian *hand add*.

2) Proses pencampuran

Bahan baku yang telah disiapkan kemudian dimasukkan kedalam mixer. Proses pencampuran dilakukan pada bahan-bahan yang bersifat kering seperti jagung, fullfat (kacang kedelai yang telah dimasak), dan bahan-bahan yang bersifat basah. Proses ini akan dijelaskan secara lebih rinci di bab pencampuran pakan.

3) Proses expanding

Mesin expander digunakan dalam proses expanding. Proses expanding merupakan proses gelatinasi pati untuk meningkatkan pencernaan nutrisi pakan dan memperbaiki higienitas pakan, serta untuk mensterilkan pakan dari bakteri dan kuman dengan menggunakan suhu dan tekanan tinggi (uap air panas).

Proses expanding dimulai dari bahan yang telah mengalami proses pencampuran dimasukkan ke dalam mixer conditioner. Dalam mixer conditioner terjadi pemasakan awal dengan penambahan air dan penambahan panas dengan waktu pemasakan awal kurang lebih 0,5 – 2 menit. Setelah mengalami pemasakan awal di mixer conditioner, bahan baku akan masuk ke mesin expander melalui cerobong pemasukkan. Selama melewati mesin expander bahan baku akan diberikan penambahan uap panas (steam), sehingga bahan baku akan mengalami perubahan bentuk dari tepung menjadi bentuk adonan. Materi ini dijelaskan kembali secara rinci di bagian pembuatan adonan.

4) Proses pelleting

Proses pelleting membutuhkan mesin dan prosedur sebagai berikut:

- *Mesin pellet (Pelletizer)*

Mesin pellet adalah mesin/alat pembentukan bahan pakan menjadi berbentuk pellet dengan cara diberi tekanan/kompresi dan dilewatkan melalui lubang-lubang yang terdapat pada silinder *die*. Mesin pellet terdiri dari *hooper, screw feeder, conditioner, dies, roller, gear box, stam nozzle, fat sprayer*, motor penggerak.

- *Hooper*

Hooper berfungsi untuk menampung makanan sementara dari tong pellet, bahan akan dimasukkan dalam conditioner melalui *screw feeder* dengan laju kecepatan yang telah diatur (ton/jam).

- *Screw feeder*

Screw feeder berfungsi untuk membawa campuran pakan dari *hooper* masuk kedalam *conditioner* atas dan *conditioner* bawah. *Screw feeder* berbentuk *screw* yang dapat membawa campuran pakan ke bagian *conditioner*. Mesin pellet sendiri dioperasikan oleh seorang operator mesin.

- *Conditioner atas dan conditioner bawah*

Conditioner merupakan bagian dari mesin pellet yang berfungsi memberikan perlakuan kondisi uap panas pada campuran pakan yang masuk. Dalam conditioner atas ini, bahan makanan mengalami proses pengkondisian berupa penambahan uap panas untuk meningkatkan kelembaban dan suhu agar terjadi proses gelatinisasi. Setelah dari conditioner atas, campuran pakan masuk kedalam conditioner bawah. Di dalam conditioner bawah, pakan tidak mengalami penambahan steam lagi tetapi langsung dibawa dan diaduk dengan pedal-pedal yang serupa dengan pedal di conditioner atas. Pakan kemudian masuk kedalam dies dan dipres masuk kedalam lubang-lubang dies dengan menggunakan roller. Saat masuk ke dalam dies, makanan yang telah mengalami penambahan steam dipress membentuk tabung-tabung kecil dengan diameter 3,5-4 mm dan panjang 0,5 atau 0,6 cm.

- *Roller*

Roller adalah alat yang berfungsi untuk mengolah bahan baku dengan cara menggiling pada bagian dalam die agar bahan baku tersebut mask

ke dalam die untuk proses pembentukan pellet. Permukaan luarnya berbentuk seperti roda gigi yang berfungsi menekan makanan masuk kedalam lubang die. Dari conditioner, makanan masuk kedalam dies dan ditekan masuk kedalam lubang-lubang dies dan ditekan masuk kedalam lubang-lubang dies dengan tekanan dari roller.

- *Die*

Die adalah alat yang terdapat dalam mesin pellet dan berfungsi untuk membentuk makanan menjadi butiran pellet dengan bantuan dari roller. Die diputar oleh poros motor penggerak dengan daya yang besar, sedangkan roller berputar menekan makanan masuk die karena permukaan luarnya berhimpitan dengan makanan masuk kedalam lubang die.

- *Fat sprayer*

Pada saat keluar dari lubang die, pellet yang terbentuk disemprot dengan bahan cair menggunakan *fat sprayer* yang telah diatur jumlah pemakaian dan kecepatan penyemprotannya. Pemakaian *fat spray* biasanya dilakukan dua kali, yaitu di mixer dan di fat spray. Hal ini didasarkan perhitungan bahwa jika dilakukan di mixer semuanya, maka akan membuat makanan menjadi licin pada saat melewati lubang die dan dapat menurunkan durabilitas pakan jadi.

- *Pisau pellet*

Pisau pellet adalah alat untuk memotong pellet yang keluar dari lubang-lubang die. Pada saat pellet keluar dari lubang die dan telah di fat spray / tidak, pellet akan dipotong oleh pisau potong dengan ukuran yang telah diatur panjang pemotongannya. Pellet yang telah dibentuk kemudian keluar dari mesin pellet dan dialirkan turun kedalam mesin pendingin (*cooler*) melalui pipa-pipa penghubung mesin pellet dengan mesin *cooler*.

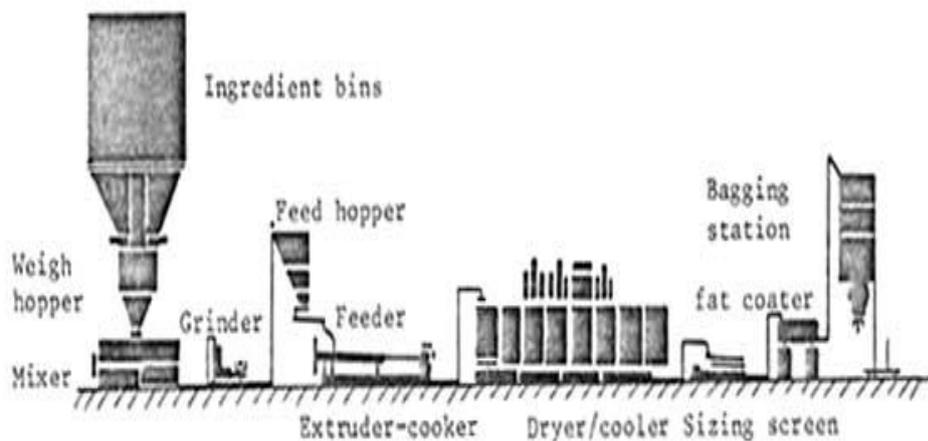
5) Proses pendinginan

Setelah pellet keluar kemudian pellet menuju mesin pendingin (*cooler*) untuk mengalami pendinginan. Didalam mesin cooler, pellet mengalami perlakuan penambahan udara yang lebih dingin, agar makanan menjadi dingin, cepat kering tetapi tidak pecah-pecah. Jenis mesin *cooler* yang

digunakan adalah tipe *counterflow* dimana pellet dengan suhu yang masih panas akan bertemu dengan aliran udara dengan suhu yang lebih hangat, sehingga penurunan suhu pellet berlangsung secara gradual untuk menghindari pellet menjadi retak-retak dan gampang hancur. Penurunan suhu dilakukan dengan menggunakan blower untuk menarik dan mengalirkan aliran udara didalam mesin *cooler*, udara panas yang disedot lalu dilepaskan keudara luar diatas *tower feedmill*. Pada saat penarikan dari mesin cooler, makanan yang berbentuk serbuk atau mash (tepung) akan ditarik kembali dan dilewatkan melalui *cyclone* dan djatuhkan kembali ke mesin pellet melalui corong. Hal tersebut untuk membantu menurunkan kehilangan atau *lost* bahan baku selama proses pelleting.

Gambar 46

Proses pembuatan pakan skala industri secara kontinyu



b) Prosedur Pembuatan Pakan Secara Manual (Skala Rumah Tangga)

Pembuatan pakan secara manual (skala rumah tangga) perlu memperhatikan beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, antara lain adalah ketersediaan bahan pakan yang digunakan mudah diperoleh serta tersedia dalam jumlah yang cukup dan kontinyu, bahan pakan yang digunakan sebaiknya tersedia dalam jumlah cukup di daerah tersebut, bahan pakan yang beraneka ragam biasanya tersedia di beberapa tempat sehingga untuk pengadaannya harus mempertimbangkan efisiensi pengangkutan, untuk memproduksi pakan harus mengoptimalkan semua peralatan, agar biaya produksi pengolahan pakan dapat tertutupi.

Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan pakan skala rumah tangga secara manual adalah:

1. Penggilingan bahan baku pakan menjadi tepung

Agar bahan baku dapat tercampur dalam pakan secara merata, maka harus dihancurkan terlebih dahulu sehingga menjadi halus. Penggilingan dapat menggunakan alat penggilingan yang memakai saringan untuk pengayakan ataupun dilakukan secara tradisional seperti ditumbuk. Apabila dilakukan secara tradisional, masih dilanjutkan lagi dengan pengayakan supaya partikel bahan pakan menjadi ukuran yang sangat kecil atau halus. Apabila bahan pakan tersebut kurang halus, dikhawatirkan bahan pakan tidak tercampur merata dan komposisi zat-zat makanannya tidak dapat tersusun secara baik.

2. Penimbangan bahan baku

Bahan baku yang sudah tersedia dalam bentuk tepung kemudian diayak untuk dipisahkan butiran kasar dan halus. Selanjutnya dilakukan penimbangan sesuai dengan komposisi/formulasi yang sudah dibuat.

3. Pencampuran bahan baku pakan menjadi adonan

Pencampuran dilakukan dengan mengaduk bahan – bahan yang jumlahnya sedikit terlebih dahulu untuk mendapatkan volume atau jumlah campuran yang lebih berat dan agar pencampuran bahan dapat terjadi secara homogen. Pencampuran bahan dilakukan hingga semua bahan teraduk/tercampur dengan sempurna dan merata. Apabila bahan pakan yang dicampur terlalu banyak, sebaiknya menggunakan mixer agar dapat tercampur secara merata. Sementara apabila bahan–bahan pakan yang dicampur hanya sedikit dapat dilakukan secara manual dibantu dengan peralatan sekop dan atau cangkul. Apabila terdapat bahan baku berupa minyak atau cairan, maka pencampuran dilakukan setelah semua bahan padat tercampur. Bahan baku kering yang telah tercampur selanjutnya diberikan air sedikit demi sedikit dan hindari penambahan air yang terlalu banyak.

4. Pencetakan Adonan

Proses paling akhir dalam pembuatan pakan adalah pencetakan adonan. Proses pencetakan dapat dilakukan menurut tujuan pembuatan pakan.

Pencetakan dapat berbentuk emulsi, tepung, crumble, dan/ataupun pellet. Bentuk-bentuk tersebut dapat disesuaikan dengan ukuran dan besarnya ikan yang dipelihara. Pakan ikan kecil sebaiknya berbentuk emulsi atau tepung dan semakin besar ikan, bentuk makanannya sebaiknya semakin besar pula seperti dalam bentuk pellet.

Bentuk emulsi adalah bentuk yang paling tidak dapat disimpan lama, karena pakan tersebut harus dicampur dengan air, dipanaskan dan diaduk sampai terjadi emulsi atau cairan kental. Sebaiknya pakan emulsi ini tidak terlalu lama disimpan karena mudah membusuk. Setelah membuat pakan sebaiknya langsung diberikan pada ikan. Pakan berbentuk tepung sangat mudah membuatnya. Campuran bahan pakan yang ada diaduk sampai merata dan kemudian dimasukkan kedalam tempat pakan. Pakan ini dapat disimpan relatif lebih lama dibanding dengan emulsi.

Pakan berbentuk pellet dapat dibuat dengan memberi air ataupun bahan perekat pada campuran bahan pakan tersebut. Setelah diaduk secara merata, campuran tersebut kemudian dimasukkan pada alat cetak pellet sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Setelah berbentuk pellet, pakan dapat dipanaskan dan dikeringkan sinar matahari atau alat pengering lainnya. Bagian pellet yang sudah kering dan pecah merupakan bentuk *crumble*.

5. Pengerinan

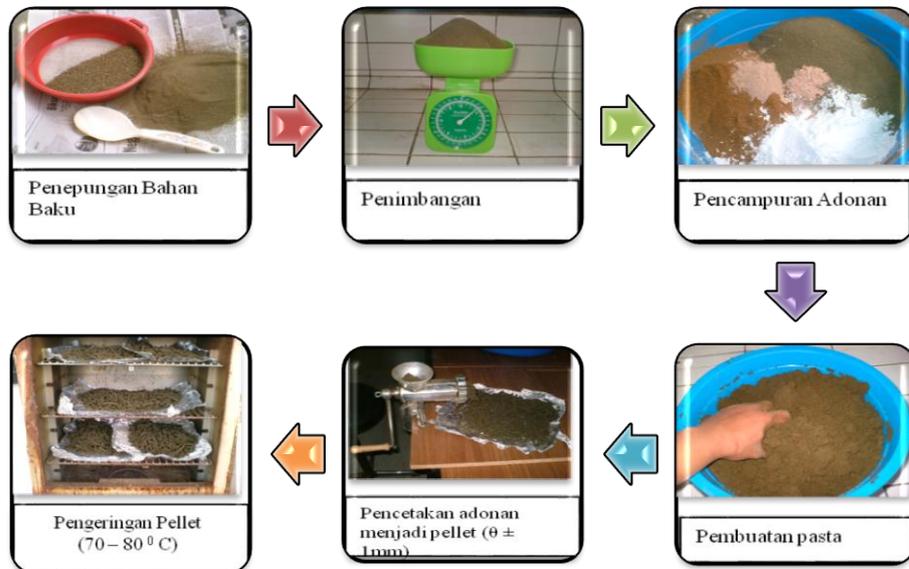
Pelet yang berhasil diproduksi harus segera dikeringkan melalui penjemuran langsung dengan sinar matahari atau menggunakan oven. Penjemuran ini harus segera dilakukan agar pakan tidak mudah berjamur. Pengerinan dilakukan sampai kelembaban pelet tidak lebih dari 12 %.

6. Sortasi

Pelet yang sudah kering kemudian disortasi dengan menggunakan ayakan. Pelet yang besar akan tertinggal diayakan, sedangkan pelet yang kecil akan lolos ke bawah ayakan. Pelet yang dihasilkan harus memiliki bentuk yang utuh dengan ukuran yang seragam, yaitu sekitar 2- 3 cm. Pelet yang lolos dari ayakan dengan ukuran < 2 cm adalah pelet yang remah dan hancur berupa tepung atau *crumble*.

Gambar 47

Alur Proses Pembuatan Pakan secara Rumah Tangga



B. Keterampilan yang diperlukan dalam menentukan metode pembuatan pakan

1. Menentukan metode pembuatan pakan sesuai prosedur

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menentukan metode pembuatan pakan

Harus bersikap secara:

1. Tepat dan benar dalam mengidentifikasi metode pembuatan pakan sesuai formulasi pakan yang ditentukan dan menentukan metode pembuatan pakan.

BAB IV

MERAMU PAKAN BUATAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam meramu pakan buatan

1. Penepungan Bahan Baku Pakan

Penepungan merupakan proses pengecilan ukuran (*size reduction*) suatu bahan padat secara mekanis tanpa diikuti dengan perubahan sifat kimia dari bahan yang digiling. Penepungan juga bisa diartikan sebagai proses penghancuran bahan yang berada dalam ruang tertutup dimana terdapat bagian pemukul yang berputar pada porosnya, sehingga proses penghancuran berlangsung bersama perputaran bagian pemukul tersebut di dalam ruang penggiling.

Proses penepungan selain dilakukan dengan cara penggilingan, juga dapat dilakukan dengan penghancuran, pemecahan, atau dengan pemotongan. Proses reduksi ukuran bahan pakan tergantung dari sifat fisik bahan pakan itu sendiri. Penepungan menggunakan alat penggiling biasanya dipasang dengan saringan untuk pengayakan. Apabila dilakukan secara tradisional seperti ditumbuk, maka masih dilanjutkan lagi dengan pengayakan supaya partikel bahan pakan menjadi ukuran yang sangat kecil atau halus.

Secara umum, penepungan bertujuan untuk memperkecil dan menghaluskan bahan baku yang semula masih berbentuk gumpalan atau bongkahan sehingga permukaannya menjadi lebih luas dan bahan baku pakan menjadi halus, sehingga mempermudah pencampuran bahan secara lebih merata dan komposisi zat-zat makanannya tidak dapat tersusun secara baik.

Tujuan lain dari proses pengecilan ukuran pada proses penepungan adalah:

- Mencegah timbulnya kerusakan bahan yang bersifat fisik maupun chemise, sehingga nilai kandungan nutrisi persatuan berat pakan yang dimakan oleh ikan menjadi lebih tinggi.
- Mempermudah ekstraksi unsur tertentu dari struktur komposit, contoh tepung dari gandum dan cairan gula dari tebu.
- Penyesuaian dengan kebutuhan spesifikasi produk, contoh penyajian rempah – rempah.

- Memungkinkan pemisahan komponen yang tak dikehendaki dengan cara mekanik.
- Memperkecil bahan-bahan berserat agar mudah penaganannya.
- Mempertinggi kemampuan penyerapan.
- Mempercepat transportasi.
- Mempermudah proses lanjut.

Penepungan sendiri sebenarnya dapat menyebabkan bahan menjadi bersifat higroskopis, yaitu bahan halus mudah sekali menjadi lembab karena sangat mudah menyerap uap air. Namun keuntungan dari penepungan yang paling tampak adalah aroma dan cita rasa bahan yang ditepungkan menjadi sangat mencolok. Dari situlah pengaruh positif yang ditimbulkan oleh penepungan tersebut.

Proses penepungan dengan pengecilan ukuran terjadi karena adanya:

- Pematangan
Pematangan merupakan cara pengecilan ukuran dengan menghantamkan ujung suatu benda tajam pada bahan yang dipotong. Struktur permukaan yang terbentuk oleh proses pematangan relatif tidak menjadi rusak.
- Penggerusan
Penggerusan menggunakan daya yang relatif besar sehingga bahan terpecah dengan bentuk yang tidak teratur.
- Pengguntingan
Pengguntingan merupakan gabungan dari mekanisme pematangan dan penggerusan.

Melakukan penghalusan bahan tidaklah mudah. Untuk mendapatkan bahan sesuai dengan fraksi ukuran tertentu, proses penepungan biasanya dilakukan sampai beberapa kali. Namun begitu, ukuran partikel bahan hasil giling biasanya masih tersebar dalam banyak fraksi. Oleh karena itu, diperlukan ketepatan dalam pemilihan prosedur.

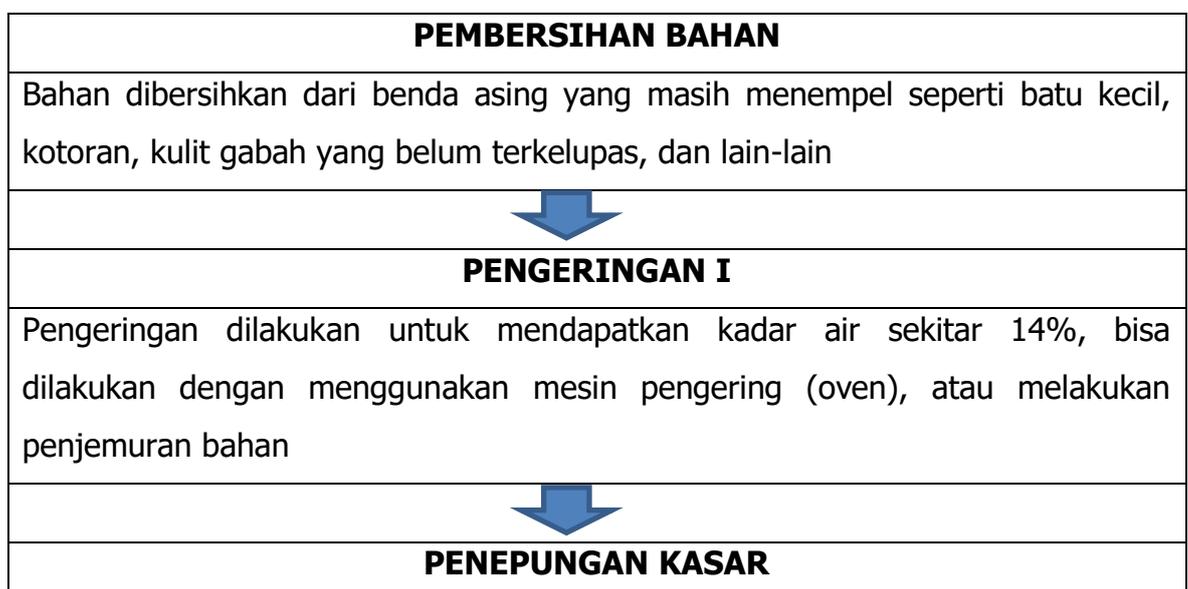
Pemilihan prosedur yang digunakan dalam pengecilan ukuran bahan banyak dipengaruhi oleh karakteristik bahan yang hendak digiling dan didasarkan pada mekanisme yang sesuai untuk pengecilan bahan yang mempunyai sifat tertentu.

Misalnya saja, pemotongan lebih cocok diterapkan pada sayuran dan buah-buahan, penggerusan sesuai untuk bahan butiran seperti biji-bijian, sedangkan pengguntingan cocok untuk bahan yang berserat.

Penepungan yang dilakukan dalam proses mempersiapkan bahan baku pakan dapat dilakukan pada bahan – bahan hewani dan nabati. Bahan dasar yang memiliki sifat fisik lunak, seperti ikan, darah, singkong, dedak, dll dapat dengan mudah dihaluskan menggunakan penggiling. Sementara itu, untuk bahan – bahan yang memiliki sifat fisik keras, misalnya saja kepiting, tulang atau hasil pertanian (biji – bijian), perlu dilakukan perlakuan khusus sebelum ditepung. Perlakuan tersebut bisa melalui perebusan atau pengukusan, yang dilakukan dengan tujuan untuk melunakkan bahan.

Secara umum, penepungan dapat dilakukan menggunakan 2 cara, yaitu cara basah dan cara kering. Prinsip kedua cara tersebut adalah berusaha memisahkan lembaga dari bagian tepungnya. Tepung yang dihasilkan pun dapat dikategorikan menjadi dua yaitu tepung yang mengandung lemak dan tidak mengandung lemak, tergantung dari jenis bahan dasarnya. Penepungan cara kering (dry proses) biasanya hanya melibatkan perlakuan fisik dan mekanik untuk membebaskan komponen – komponennya dari sifat aslinya. Sedangkan penepungan cara basah (wet proses) melibatkan perlakuan fisiko-kimia dan mekanik untuk memisahkan fraksi-fraksi yang diinginkan.

Alur proses penepungan cara kering :



Setelah mencapai kadar air yang diinginkan, bahan digiling menggunakan mesin penepung. Penepungan bisa dilakukan lebih dari 2 kali hingga diperoleh bahan baku dengan kehalusan yang merata dan sesuai dengan yang diinginkan. Bahan sebaiknya dikeringkan kembali sebelum dilakukan penepungan ulang.



PENGAYAKAN

Bahan baku yang telah digiling kemudian diayak untuk mendapatkan partikel yang sesuai dengan kebutuhan ikan, dengan cara memisahkan butiran halus dengan butiran kasar yang tercampur di dalam bahan. Semakin kecil stadia ikan maka partikel pakan harus semakin halus. Pengayakan dilakukan menggunakan pengayakan bertingkat



PENGERINGAN II

Pengeringan dapat dilakukan dijemur dibawah sinar matahari atau di oven pada suhu 50⁰ C. Tanda bentuk bahan telah kering yaitu antara butir tepung atau bubuk halus satu dengan yang lainnya tidak saling lengkap (menempel), tetapi saling lepas. Tepung yang masih basah biasanya butiran halusnya saling berlekatan sehingga membentuk agregat (gumpalan) yang lebih besar dan mengelompok.

Alur proses penepungan cara basah adalah sebagai berikut :

PEMBERSIHAN BAHAN

Bahan dibersihkan dari benda asing yang masih menempel seperti batu kecil, kotoran, kulit gabah yang belum terkelupas, dan lain-lain



PERENDAMAN

Perendaman dapat dilakukan dalam waktu 12 – 24 jam



PENEPUNGAN KASAR

Setelah mencapai kadar air yang diinginkan, bahan digiling menggunakan mesin penepung. Penepungan bisa dilakukan lebih dari 2 kali hingga diperoleh bahan

baku dengan kehalusan yang merata dan sesuai dengan yang diinginkan. Bahan sebaiknya dikeringkan kembali sebelum dilakukan penepungan ulang.



PENGAYAKAN

Pengayakan dilakukan untuk memisahkan butiran halus dengan butiran kasar yang tercampur di dalam bahan. Pengayakan dilakukan menggunakan pengayakan bertingkat.



PENGERINGAN

Pengeringan dapat dilakukan dijemur dibawah sinar matahari atau di oven pada suhu 50⁰ C. Tanda bentuk bahan telah kering yaitu antara butir tepung atau bubuk halus satu dengan yang lainnya tidak saling lengkap (menempel), tetapi saling lepas. Tepung yang masih basah biasanya butiran halusnya saling berlekatan sehingga membentuk agregat (gumpalan) yang lebih besar dan mengelompok.

Penepungan secara kering relatif lebih baik dibandingkan dengan cara basah karena hasilnya dapat langsung disimpan tanpa harus mengalami proses pengeringan terlebih dahulu. Dalam penepungan secara kering harus diperhatikan kemungkinan kerusakan produk karena panas yang terlalu tinggi serta kerusakan karena oksidasi. Pada saat berlangsung proses penepungan, sering kali laju oksidasi bahan baku meningkat karena permukaan partikel semakin luas, sehingga memudahkan kontak dengan oksigen di udara. Oleh karena itu, zat antioksidan sering kali ditambahkan pada saat proses ini berlangsung. Penambahan zat antioksidan pada proses ini dapat memberikan keuntungan, yaitu :

- ✓ Meningkatkan stabilitas bahan terhadap oksidasi udara sehingga mengurangi tingkat oskidasi selama proses berlangsung
- ✓ Memperbesar tingkat pencampuran zat antioksidan yang jumlahnya tidak terlalu besar secara merata sehingga stabilitas produk akhir dari ancaman proses oksidasi menjadi lebih terjamin

Gambar 48

Penepungan secara tradisional



(sumber : www.integratedfarming.blogspot.com)

Gambar 49

Penepungan menggunakan *diskmill*



(sumber: www.ibagro.blogspot.com)

2. Pencampuran Bahan Baku

Pencampuran merupakan suatu proses menghimpun dan membaurkan bahan-bahan. Dalam hal ini diperlukan gaya mekanik untuk menggerakkan alat pencampur supaya pencampuran dapat berlangsung dengan baik. Proses pencampuran yang baik akan menghasilkan pakan yang seragam. Faktor-faktor yang menentukan keseragaman hasil campuran adalah besar dan bentuk partikel

bahan, densitas dan muatan statis bahan, urutan pemasukan bahan, jumlah bahan yang dicampur, desain mesin, dan waktu pencampuran.

Bahan baku yang telah ditimbang sesuai dengan jumlah bahan baku yang akan digunakan kemudian dicampur sampai homogen, agar seluruh bagian pakan yang dihasilkan mempunyai komposisi zat gizi yang merata dan sesuai dengan formulasi. Pencampuran bahan baku secara manual dalam jumlah kecil dapat dilakukan pada wadah dan pengadukannya dilakukan dengan tangan atau alat seperti centong nasi. Sedangkan pencampuran bahan baku dalam jumlah besar dapat menggunakan alat bantu, misalnya serok sebagai pengganti mesin pencampur (*mixer*) atau menggunakan mesin mixer.

Terdapat dua jenis pencampuran (*mixing*), yaitu:

1. *Dry mix*, yaitu pencampuran bahan-bahan yang bersifat kering seperti jagung, fullfat (kacang kedelai yang telah dimasak), dll
2. *Wet mix*, yaitu pencampuran bahan-bahan yang bersifat basah berupa CPO, dll

Yang perlu diperhatikan dalam tahap mixing adalah untuk bahan-bahan yang penggunaannya dalam jumlah yang kecil harus dilakukan *pre-mixing* atau pencampuran awal terlebih dahulu. Pencampuran bahan baku dilakukan secara bertahap dengan mengaduk bahan – bahan yang jumlahnya sedikit terlebih dahulu untuk mendapatkan volume atau jumlah campuran yang lebih berat hingga bahan dengan volume yang besar. Namun begitu, untuk mendapatkan hasil yang sempurna dan homogen dan apabila biaya tersedia, dianjurkan menggunakan mesin pencampur (*mixer*). Pencampuran bahan dilakukan hingga semua bahan teraduk/tercampur dengan sempurna dan merata. Apabila terdapat bahan baku berupa minyak atau cairan, maka pencampuran dilakukan setelah semua bahan padat tercampur.

3. Pembuatan Adonan

Setelah seluruh bahan tercampur secara merata dan sebelum dilakukan pencetakan, terdapat satu tahapan yang sangat penting dan mempengaruhi keberhasilan dalam pengolahan pakan, yaitu pembuatan adonan. Pembuatan adonan yang dimaksud disini adalah suatu proses dimana campuran bahan pakan

dipanaskan dengan air (penguapan) secara merata ke semua bahan, sehingga terjadi pematangan bahan yang berakibat terjadinya gelatinisasi (bahan menjadi lengket dan kuat).

Gelatinasi adalah sesuatu keadaan dimana granula pati membengkak secara luar biasa sampai granula pecah dan tidak dapat kembali pada kondisi semula akibat pemanasan melebihi batas pengembangan granula. Tujuan gelatinisasi yaitu agar terjadi pencetakan antar partikel bahan penyusun sehingga penampakan pellet kompak, durasinya mantap, tekstur dan kekerasannya bagus. Oleh karena itu, formulasi dengan bahan berlemak tinggi akan mempercepat proses pembuatan pelet, tetapi kualitas peletnya menurun. Sebaliknya bahan-bahan yang mengandung pati tinggi seperti terigu, akan meningkatkan kualitas pelet.

Pada pembuatan pakan secara manual, proses gelatinisasi diperoleh dari penambahan air panas (hangat kuku) ke dalam campuran bahan kering sedikit demi sedikit secara merata. Namun hasil yang diperoleh tidak akan maksimal karena gelatinisasi akan terbentuk pada suhu lebih dari 105°C dengan tekanan 20 bar dalam waktu yang singkat.

Untuk menghilangkan zat anti nutrisi dalam pakan yang mengandung racun, maka dapat dilakukan pemanasan atau pemasakan campuran pakan. Pemanasan atau pemasakan dilakukan dengan memberikan air hangat pada saat proses pembuatan adonan, atau dengan cara mengukus campuran bahan pakan tersebut selama kurang lebih 10 – 20 menit. Pengukusan dilakukan terhadap campuran bahan – bahan nabati, sedangkan jika menggunakan tepung ikan, maka tepung ikan tidak diikutkan dalam kukusan tersebut. Tepung ikan dicampurkan dalam pakan setelah selesai pengukusan.

Sedangkan pada pembuatan pakan menggunakan mesin skala industri, proses pengkondisian pakan pada suhu dan kadar air tertentu, terjadi di dalam alat yang disebut kondisioner, sedangkan prosesnya dinamakan dengan *conditioning*. *Conditioning* dilakukan menggunakan suhu dan tekanan tinggi yaitu minimal 105°C dan maksimal 800°C dengan tekanan 20 bar dalam waktu yang singkat. Apabila suhu terlalu tinggi akan merusak kandungan vitamin dan protein pakan, namun jika suhu terlalu rendah, proses gelatinisasi tidak sempurna sehingga kualitas fisik pelet akan mudah pecah. Sedangkan jika kadar air bahan terlalu tinggi pelet yang

dihasilkan tidak stabil, tetapi jika kadar air terlalu rendah proses produksi akan berjalan sangat lambat.

Untuk menghindari kegagalan proses *conditioning*, maka diperlukan penambahan steam ke dalam kondisioner untuk menghasilkan uap air panas. Penguapan dalam proses pembuatan pakan berbentuk pellet bertujuan untuk:

- Mensterilkan pakan dari bakteri dan kuman
- menjadikan pati dari bahan baku yang ada sebagai perekat
- meningkatkan pencernaan nutrisi pakan karena pakan menjadi lunak sehingga menghasilkan efisiensi pakan yang baik
- memunculkan aroma pakan untuk merangsang nafsu makan ikan
- memperbaiki higienitas pakan

Penguapan dilakukan dengan mengarahkan uap panas ke dalam campuran pakan sambil mengaduk campuran pakan tersebut. Mekanisme pemberian uap panas menggunakan mesin expander adalah sebagai berikut:

1. membuka hopper pada bin expander (tempat penyimpanan bahan yang telah mengalami proses pencampuran dan siap untuk dilakukan proses expanding) secara manual.
2. campuran pakan masuk ke *mixer conditioner* dengan kecepatan aliran bahan baku akan diatur oleh *feeder* agar tidak terjadi kemacetan pada *mixer conditioner*.
3. dalam mixer conditioner terjadi pemasakan awal dengan penambahan air 0.5 – 1 %, penambahan steam 1,85 – 2,5 bar, suhu 80 – 90° C dan waktu pemasakan awal kurang lebih 0,5 – 2 menit.
4. setelah mengalami pemasakan awal di mixer conditioner, bahan baku akan masuk ke mesin *expander* melalui cerobong pemasukkan.
5. selama melewati mesin *expander*, bahan baku akan diberikan penambahan uap panas (steam) sebesar 20 – 25 bar dengan suhu 100 – 105° C sehingga bahan baku akan mengalami perubahan bentuk dari tepung menjadi bentuk adonan.

Selama proses kondisioning akan terjadi penurunan kandungan bahan kering sampai 20% akibat peningkatan kadar air bahan dan menguapnya sebagian

bahan organik. Oleh karena itu, proses kondisioning akan optimal bila kadar air bahan berkisar 15 – 18%.

Pada beberapa mesin cetak pellet berkapasitas sedang dan besar mempunyai fasilitas penguapan sendiri, sehingga penguapan atau steaming tidak dilakukan pada saat pencampuran, namun pada saat pencetakan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam meramu pakan buatan

1. Menghaluskan bahan baku pakan
2. Mencampur bahan baku pakan
3. Membuat adonan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam meramu pakan buatan

Harus bersikap secara tepat, benar dan taat azas dalam:

1. Menghaluskan bahan baku pakan
2. Mencampur bahan baku pakan
3. Membuat adonan

BAB V

MENCETAK PAKAN BUATAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam mencetak pakan buatan

1. Pencetakan pakan

Proses paling akhir dalam pembuatan pakan adalah pencetakan adonan (pembuatan pelet). Pembuatan pelet merupakan proses untuk mengkompresikan pakan berbentuk tepung dengan bantuan uap panas (steam). Proses pencetakan dapat dilakukan menurut tujuan pembuatan pakan, seperti pakan berbentuk tepung, *crumble*, pellet dan/ataupun flake, tergantung pada ukuran dan besarnya ikan yang dipelihara.

Pencetakan pakan dapat dilakukan dengan mesin sederhana hingga mesin yang biasa digunakan pada industri pakan. Perbedaan mendasar antara mesin pencetak pellet sederhana dan mesin pencetak pellet yang digunakan di industri pakan terletak pada sistem kerja mesin tersebut. Sistem kerja mesin cetak sederhana adalah dengan mendorong bahan pakan campuran didalam sebuah tabung besi atau baja dengan menggunakan ulir (screw) menuju cetakan (die) berupa pelat berbentuk lingkaran dengan lubang-lubang berdiameter 2-3 mm, sehingga pakan akan keluar dari cetakan tersebut dalam bentuk pellet. Mesin pencetak pakan sederhana bisa dihasilkan dari modifikasi gilingan daging yang diberi penggerak berupa motor listrik atau motor bakar.

Kelemahan sistem ini adalah diperlukan tambahan air sebanyak 10-20% kedalam campuran pakan, sehingga diperlukan pengeringan setelah pencetakan tersebut. Penambahan air dimaksudkan untuk membuat campuran atau adonan pakan menjadi lunak, sehingga bisa keluar melalui cetakan. Jika dipaksakan tanpa menambahkan air ke dalam campuran, mesin akan macet. Disamping itu, pellet yang keluar dari mesin pencetak biasanya kurang padat.

Berbeda dengan mesin sederhana, sistem kerja mesin yang biasa digunakan di industri pakan adalah dengan cara menekan atau menggiling bahan baku pakan dengan menggunakan roda baja (roller) pada cetakan (die). Pakan akan ditekan

oleh roller masuk ke dalam cetakan (*die*) dan kemudian masuk ke dalam lubang *die* (cetakan). Pada saat pellet keluar dari lubang *die*, pellet akan dipotong oleh pisau potong dengan ukuran yang telah diatur panjang pemotongannya sesuai standar ukuran pellet dengan panjang 0,5 – 0,6 cm.

Pellet yang keluar dari mesin pellet memiliki panas $> 80^{\circ}\text{C}$. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa suhu yang diperlukan untuk dapat terjadinya gelatinisasi adalah antara 80°C sampai 90°C , sehingga dapat kita perkirakan bahwa pellet yang terbentuk telah mengalami gelatinisasi dan pellet yang keluar dari cetakan tersebut memiliki kepadatan yang sangat baik dan bersifat mengapung.

Selain dalam bentuk pelet, terdapat pakan bentuk tepung dan crumble. Mesin untuk mengubah pakan berbentuk pelet menjadi bentuk tepung disebut mesin mikro *pulverizer*, sedangkan alat untuk mengubah menjadi remah disebut mesin *crumble*.

2. Pengeringan Pakan

Bahan baku yang telah tercetak menjadi pelet kemudian dikeringkan. Pengeringan pada intinya adalah mengeluarkan kandungan air di dalam pakan. Tujuan dari pengeringan sendiri adalah untuk menurunkan kadar air yang terkandung di dalam pakan atau pelet sehingga menjadi minimal dan stabil (sekitar 12%). Pengeringan juga dilakukan agar pakan yang telah tercetak tidak mudah ditumbuhi jamur atau mikroba.

Proses pengeringan perlu dilakukan apabila pencetakan dilakukan secara manual atau dengan mesin sederhana. Pengeringan dapat dilakukan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan secara mekanik dengan bantuan alat (oven) pengering. Keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Pengeringan secara alami, misalnya, tidak memerlukan biaya investasi dan operasional alat, tetapi sangat bergantung kepada terik sinar matahari dan diperlukan lahan untuk penjemuran. Sebaliknya, jika digunakan alat pengeringan, maka diperlukan biaya investasi dan operasional alat, tetapi pengeringan dapat dikerjakan di setiap waktu tanpa terikat musim, luas lahan yang dibutuhkan untuk pengeringan dapat ditekan, suhu lebih mudah diatur sesuai keinginan.

Pengering menggunakan mesin oven dilakukan dengan menyimpan pellet basah dalam baki dan oven dipanaskan dengan bantuan kompor minyak tanah atau menggunakan oven listrik. Penyimpanan pellet tidak boleh terlalu tebal agar pengeringan terjadi secara merata. Yang perlu diperhatikan apabila menggunakan alat pengering adalah suhu pemanasan tidak boleh lebih dari 80^o C. Pemanasan dengan suhu yang terlalu tinggi akan merusak kandungan nutrisi pakan, serta membuat pakan menjadi terlalu keras.

Jika pencetakan dilakukan dengan mesin pellet sistem kering, maka pellet akan melewati mesin pendingin (*cooler*) yang berfungsi sebagai pendingin dengan menggunakan aliran udara sehingga pellet menjadi kering, kuat dan tidak mudah pecah. Mesin pendingin (*cooler*) adalah mesin yang berfungsi mengekstraksi panas dan kelebihan kadar air yang terjadi pada proses pelleting. Didalam mesin cooler, pellet mengalami perlakuan penambahan udara yang lebih dingin, hal ini dilakukan agar makanan menjadi dingin, cepat kering tetapi tidak pecah-pecah.

Pada saat pellet keluar dari mesin cooler, suhunya diharapkan tidak lebih dari 4-5^o C dari suhu kamar/ruangan atau berkisar 29-30^o C. Dengan menggunakan mesin cooler maka pellet dengan suhu yang masih panas akan bertemu dengan aliran udara dengan suhu yang lebih hangat, sehingga akan terjadi penurunan suhu pellet secara gradual. Hal ini disebabkan karena penurunan suhu secara mendadak dapat menyebabkan pellet menjadi retak-retak dan gampang hancur. Penurunan suhu dilakukan dengan menggunakan blower untuk menarik dan mengalirkan aliran udara didalam mesin *cooler*. Udara panas yang disedot lalu dilepaskan keudara luar diatas *tower feedmill*. Pada saat penarikan dari mesin cooler, makanan yang berbentuk serbuk atau mash akan ditarik kembali dan dilewatkan melalui *cyclone* dan djatuhkan kembali ke mesin pellet melalui corong. Pengeringan dan pendinginan yang dilakukan pada tahap ini bertujuan untuk menghindarkan pellet dari serangan jamur selama penyimpanan.

3. Pengujian pakan

Pakan yang akan diberikan pada ikan harus diuji dulu dengan beberapa uji pakan, yaitu uji fisik, kimiawi, biologi dan ekonomis. Uji-uji tersebut bertujuan untuk

mengetahui apakah pantas, berguna, berkualitas, ekonomis suatu pakan diberikan pada ikan. Semua uji saling berkaitan, sebagai contoh secara kimiawi pakan ikan memenuhi syarat nutrisi yang diperlukan ikan tetapi melalui uji ekonomi didapatkan bahwa pengeluaran untuk pembuatan pakan sangat tinggi. Dapat disimpulkan pakan tersebut akan tidak feasibel diberikan pada ikan.

1) Uji Fisik Pakan

Pengujian fisik meliputi kehalusan bahan baku, kekerasan, daya tahan di dalam air, dan daya apung. Kualitas pakan ikan dilihat dari kehalusan pakan. Pada pengujian kehalusan bahan baku dapat dilakukan dengan menggiling pelet tersebut kembali dan kemudian dilakukan pengamatan terhadap hasil gilingan. Berdasarkan ukuran butiran, maka hasil gilingan tersebut dibedakan menjadi sangat halus, halus, agak kasar dan sangat kasar. Setelah ditentukan tingkat kehalusannya, langkah selanjutnya adalah dilakukan penghitungan persentase dari masing – masing tipe. Apabila persentase bagian yang halus semakin banyak, maka mutu pelet semakin baik. Hal ini disebabkan karena semakin halus bahan pakan menyebabkan semakin memudahkan untuk pembuatan pellet yang berkualitas.

Pengujian fisik yang selanjutnya adalah tingkat kekerasan pellet. Uji kekerasan pellet dilakukan untuk memperoleh pellet yang dapat bertahan lama di dalam air. Semakin keras pellet, akan semakin lama pellet tersebut bertahan di dalam air. Pengujian ini dapat dilakukan dengan memberikan beban pada pelet sebanyak 5 kali berat pelet yang akan diuji. Pelet yang baik harus memiliki kekerasan yang tinggi, ditandai dengan lamanya waktu pelet tersebut menjadi hancur. Semakin tahan dalam menahan beban maka pellet tersebut semakin baik. Pelet yang baik biasanya memiliki bahan baku yang cukup halus, sehingga tidak mudah hancur.

Pengujian daya tahan di dalam air dilakukan dengan jalan merendam pelet di dalam air yang sebelumnya telah diberi aerasi kuat. Waktu yang diperlukan sampai saat pelet yang bersangkutan itu hancur merupakan ukuran daya tahannya. Semakin lama pellet tersebut hancur, semakin baik dan berkualitas pellet tersebut. Pelet ikan yang baik harus memiliki daya tahan sekitar 1 jam.

Lama pengeringan akan menentukan keras tidaknya pellet. Semakin lama dilakukan pengeringan akan semakin keras pellet tersebut, namun akan mengurangi kandungan nutrisi pellet. Demikian juga pengeringan dengan suhu yang semakin tinggi akan menyebabkan pellet cepat menjadi keras. Akan tetapi, lamanya pengeringan dapat menyebabkan turunnya kandungan nutrisi dan didapatkan kekerasan pada pellet yang tidak merata, dimana bagian luar pellet keras tetapi bagian dalam pellet belum terlalu keras.

Pengujian yang terakhir adalah pengujian terhadap daya apung pellet (*water stability*). Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan pelet ke dalam air di dalam akuarium atau wadah lain yang berisi air dengan kedalaman sekitar 20 cm. Waktu yang diperlukan mulai saat pelet menyentuh permukaan air sampai tenggelam di dasar adalah ukuran daya apungnya. Pelet yang baik memiliki daya apung > 5 menit. Semakin lama jatuh dalam dasar perairan, semakin baik pellet tersebut karena ikan akan mempunyai kesempatan untuk mengkonsumsi pakan saat pakan sedang melayang dalam air.

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk melakukan uji fisik pakan:

A. Alat dan Bahan:

1. Toples
2. Aerasi dan batu aerasi
3. Stop watch
4. Timbangan
5. Batu/pemberat
6. Pelet buatan pabrik
7. Pelet buatan sendiri

B. Langkah Kerja:

1. Uji fisik warna dan bau pakan:
 - Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
 - Ambil pakan yang telah dibuat dan bandingkan warna pakan dengan pakan buatan pabrik
 - Ambil segenggam pakan buatan sendiri lalu ciumlah bau pakan tersebut dan bandingkan dengan bau pakan buatan pabrik

- Catatlah data yang diperoleh dan bandingkan hasilnya dengan hasil yang diperoleh oleh kelompok lain
2. Uji water stability
- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan
 - Isilah wadah uji (toples) dengan air dengan ketinggian air \pm 30 cm
 - Masukkan selang aerasi ke dalam wadah uji
 - Pasanglah aerator dengan kuat sehingga air di dalam wadah uji bergerak dan menimbulkan gelombang
 - Masukkan pakan buatan ke dalam wadah uji dan catat waktu pertama pakan buatan dimasukkan ke dalam wadah uji
 - Perhatikan kekompakan pakan buatan didalam wadah uji dan catat waktu pakan tersebut mulai mengembang serta catat pula waktu pakan tersebut mulai hancur
3. Uji kekerasan
- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan uji fisik pakan
 - Timbang pakan buatan yang akan diuji kekerasan (yang telah dikemas) dan catat hasilnya
 - Timbang batu/pemberat hingga menghasilkan berat sebesar 5 kali lipat berat pakan yang telah ditimbang
 - Letakkan batu/pemberat tersebut dalam nampan
 - Letakkan pakan yang akan diuji diatas lantai datar dan halus dan taruh pemberat diatas pakan. Biarkan selama 20 menit
 - Amati kekompakan pakan (hancur/tidaknya pakan)
4. Pengukuran *floating rate* (FR):
- Ambil beaker glass ukuran 1000 ml dan isi air 500 ml
 - Timbang pakan sebanyak 10 gram dengan kadar air 0 %, kemudian dimasukan ke dalam backer glass dan amati selama 1 jam
 - Pakan yang masih mengapung kemudian diambil dengan cara diserok menggunakan scope net halus

- Kemudian dijemur dan dikeringkan dalam oven sehingga kadar air 0 %, selanjutnya pakan ditimbang
- Hitung floating rate (FR) dengan rumus, sebagai berikut:

$$R = \frac{\text{berat pakan yang mengapung}}{\text{berat pakan awal masuk dalam wadah}} \times 100 \%$$

2) Uji Pakan Secara Kimiawi

Pengujian kimiawi bertujuan untuk mengetahui kandungan gizi dari pakan yang telah dibuat. Kandungan gizi yang sebaiknya diketahui meliputi protein, lemak, karbohidrat, abu, serat dan air. Pelet yang baik memiliki kadar air maksimal 12%, kandungan serat kasar maksimal 10%, sedangkan kandungan protein, lemak, dan karbohidrat tergantung kepada kebutuhan nutrisi biota air yang dibudidayakan. Misalnya, untuk pelet pakan ikan sebaiknya mengandung protein lebih dari 25%, lemak maksimal 8% dan karbohidrat antara 30 - 40%. Sedangkan udang, membutuhkan protein minimal 30%, lemak maksimal 10% dan karbohidrat sekitar 30%.

Pengujian pelet secara kimiawi dilakukan di laboratorium dengan mengirimkan contoh pelet ke laboratorium terdekat. Umumnya kandungan nutrisi yang diuji meliputi energi, protein dan asam amino, lemak, serat kasar, abu dan mineral terutama kalsium dan fosfor, dan air.

a) Uji kadar air

Untuk pakan kering seperti pelet, maka salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan adalah kadar air. Uji kadar air perlu dilakukan karena pakan tidak langsung dikonsumsi oleh biota air setelah diproduksi, tetapi disimpan beberapa saat, sehingga apabila kadar airnya masih terlalu tinggi, maka pelet akan cepat rusak dan mudah terkena jamur. Prinsip pengujian kadar air adalah dengan memanaskan pelet pada suhu 105 – 110° C, sehingga air akan menguap.

Uji kadar air dilakukan dengan menggunakan metode SNI 01-2891-1992 butir 5.1/Oven, sebagai berikut :

- Alat dan bahan :
 1. Botol timbang bertutup/cawan

2. Dessiccator/Eksikator

3. Oven

4. Neraca analitik

5. Pelet

• Langkah Kerja :

1. Timbang dengan seksama 1 – 2 g cuplikan pada sebuah botol timbang bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Untuk contoh berupa cairan, botol timbang dilengkapi dengan pengaduk dan pasir kwarsa/kertas saring berlipat
2. Keringkan pada oven suhu 105° C selama 3 jam
3. Dinginkan dalam eksikator
4. Timbang, ulangi pekerjaan ini hingga diperoleh bobot tetap

Kadar air dihitung dengan menggunakan rumus:

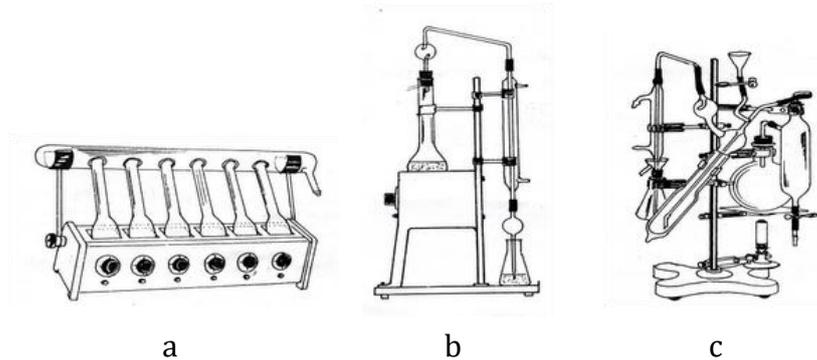
$$\text{Kadar air} = \frac{W_1}{W} \times 100\%$$

Keterangan : W = Bobot cuplikan sebelum dikeringkan, dalam gram
 W₁= Kehilangan bobot setelah dikeringkan (gram)

b) Uji kadar protein kasar

Prinsip pengujian kadar protein di laboratorium adalah dengan menggunakan cara Kjeldahl yaitu menentukan kadar protein secara tidak langsung. Cara ini adalah dengan menentukan kadar N-nya kemudian mengalikan dengan protein 6,25. Cara lain yang digunakan untuk menguji kadar protein dalam pakan menggunakan metode Kjeldhal adalah melalui tahapan – tahapan oksidasi, destruksi, dan titrasi.

Gambar 50
Alat Uji Protein



(a). Pendidihan (destruksi) bahan dalam labu Kjeldahl;
(b). Alat destilasi; (c). Alat destilasi mikro Kjeldahl

Prinsip pengujian kadar protein kasar di laboratorium dengan menggunakan cara Semimikro Kjeldhal (Metode SNI 01-2891-1992 butir 7.1), yaitu:

- Alat dan Bahan :
 1. Labu kjeldhal
 2. Alat penyulingan dan kelengkapannya
 3. Pemanas listrik/pembakar
 4. Neraca analitik
 5. Pelet
- Langkah Kerja :
 1. Timbang dengan seksama 0,51 g cuplikan, masukkan ke dalam labu Kjeldhal 100 ml
 2. Tambahkan 2 g campuran selen dan 25 ml H₂SO₄ pekat
 3. Panaskan di atas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan (sekitar 2 jam)
 4. Biarkan dingin, kemudian encerkan dan masukkan ke dalam labu ukur 100 ml, tepatkan sampai tanda garis
 5. Pipet 5 ml larutan dan masukkan ke dalam alat penyuling, tambahkan 5 ml NaOH 30% dan beberapa tetes indikator PP
 6. Sulingkan selama lebih kurang 10 menit, sebagai penampung gunakan 10 ml larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator
 7. Bilasi ujung pendingin dengan air suling

8. Titrasi dengan larutan HCl 0,01 N

9. Kerjakan penetapan blanko

Kadar protein bahan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar protein} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0,014 \times f.k \times fp}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Bobot cuplikan

V₁ = Volume HCl 0,01 N yang digunakan penitaran contoh

V₂ = Volume HCL yang dipergunakan penitaran blanko

N = Normalitas HCl

f.k = Faktor konversi untuk protein dari makanan, secara umum:
6,25 susu dan hasil olahnya: 6,38 mentega kacang: 5,46

fp = Faktor pengenceran

Cara lain yang digunakan untuk menguji kadar protein dalam pakan menggunakan metode Kjeldhal adalah melalui tahapan – tahapan oksidasi, destruksi, dan titrasi.

Tahap Oksidasi

1. Masukkan 0,5 – 1 gram bahan/ccontoh (a), 3 gram katalis (K₂SO₄ + CuSO₄) dan 10 ml H₂SO₄ kedalam tabung Kjeldahl.
2. Tabung dipanaskan hingga larutan di dalam tabung berubah warna menjadi hijau bening, kemudian di dinginkan.
3. Encerkan dengan akuades sampai larutan menjadi 100 ml.

Tahap Destruksi

1. Masukkan 5 ml larutan hasil oksidasi ke dalam cawan labu kjeldahl.
2. Tambahkan NaOH 0,05 N sebanyak 10 ml.
3. Siapkan Erlenmeyer, masukkan H₂SO₄ 0,05 N sebanyak 10 ml dan tambahkan 2 – 3 tetes larutan indikator (metyl red/methylen blue), kemudian didestruksi selama 10 menit.

Tahap Titrasi

1. Hasil destruksi dititrasi dengan NaOH 0,05 N

2. Volume titran yang digunakan dicatat.

3. Lakukan prosedur yang sama pada blanko.

Kadar protein (%) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

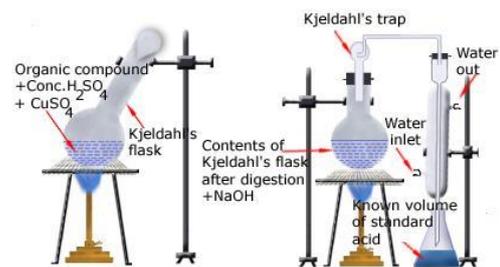
$$\frac{0,0007 \times 6,25 \times 20 \times (\text{titran blanko} - \text{titran sampel})}{a} \times 100\%$$

c) Uji kadar lemak

Kadar lemak dalam pakan sebaiknya kurang dari 10%. Hal ini dikarenakan jika kadar lemak terlalu tinggi akan mempercepat proses ketengikan pakan ikan. Prinsip pengujian kadar lemak adalah bahan makanan akan larut di dalam petroleum eter disebut lemak kasar. Uji ini menggunakan alat yang disebut Soxhlet.

Gambar 51

Soxhlet



(sumber: [www.chemistryland](http://www.chemistryland.com))

Uji kadar lemak dapat dilakukan menggunakan metode Soxhlet dan Metode Weibull sesuai SNI 01-2891-1992 butir 8.2 adalah:

Uji kadar Lemak metode Soxhlet

• **Alat dan bahan :**

1. Kertas saring
2. Labu lemak
3. Alat soxhlet
4. Pemanas listrik

5. Oven
6. Neraca analitik
7. Kapas bebas lemak
8. Pereaksi : hexane atau pelarut lemak lainnya
9. Pellet

• **Langkah Kerja :**

1. Panaskan cawan labu dalam oven pada suhu 105–110° C selama satu jam, dinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan timbang (X_1).
2. Timbang bahan/ccontoh sebanyak 2 – 5 gram (bahan sebaiknya dalam bentuk halus dan kering), dan dibungkus dengan kertas saring/kertas filter dalam bentuk silinder (a).
3. Masukkan selongsong kertas filter kedalam tabung ekstraksi dan diberi pemberat serta dihubungkan dengan kondensor/pendingin .
4. Pasanglah tabung ekstraksi pada alat destilasi Soxhlet dengan pelarut petroleum ether/ petroleum benzena/hexana sebanyak 150 ml yang dimasukkan kedalam soxhlet sampai kertas saring tersebut terendam dan sisa larutan dimasukkan kedalam labu.
5. Panaskan cawan labu yang dihubungkan dengan soxhlet di atas water bath sampai cairan dalam soxhlet terlihat bening. Pemanasan ini berlangsung selama 2 – 4 jam, apabila setelah 4 jam ekstraksi belum sempurna pemanasan dapat dilanjutkan selama 2 jam lagi.
6. Lepaskan labu dari soxhlet dan tetap dipanaskan di atas water bath untuk menguapkan semua petroleum ether dari cawan labu.
7. Cawan labu dipanaskan dalam oven pada suhu 105–110°C selama 15–60 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang. Ulangi prosedur ini sampai diperoleh berat yang stabil (X_2).

Persentase kadar lemak bahan/ccontoh dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar lemak (\%)} \equiv \frac{X_2 - X_1}{a} \times 100\%$$

Uji kadar lemak metode Weibull/SNI 01-2891-1992 butir 8.2

• **Alat dan bahan :**

1. Kertas saring
2. Kertas saring pembungkus (Thimble)
3. Labu lemak
4. Alat Soxhlet
5. Neraca Analitik
6. Pereaksi : larutan HCl 25%, kertas lakmus, n-Heksana atau pelarut lemak lainnya
7. Pelet

• **Langkah Kerja :**

1. Timbang dengan seksama 1 – 2 g cuplikan ke dalam gelas piala
 2. Tambahkan 30 ml HCl 25 % dan 20 ml air serta beberapa batu didih
 3. Tutup gelas piala dengan kaca arloji dan didihkan selama 15 menit
 4. Saring dalam keadaan panas dan cuci dengan air panas hingga tidak bereaksi asam lagi
 5. Keringkan kertas saring berikut isinya pada suhu 100 – 105° C
 6. Masukkan ke dalam selongsong kertas yang dialasi dengan kapas
 7. Sumbat selongsong kertas saring pembungkus (paper thimble) dan ekstrak dengan hexana atau pelarut lemak lainnya 2 – 3 jam pada suhu lebih kurang 80°C
 8. Sulingkan larutan heksana atau pelarut lemak lainnya dan keringkan ekstrak lemak pada suhu 100 – 105° C
 9. Dinginkan dan timbang
 10. Ulangi proses pengeringan ini hingga tercapai bobot tetap
- Kadar lemak dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lemak} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Bobot contoh, dalam gram

W₁ = Bobot labu lemak sesudah ekstraksi, dalam gram

W₂ = Bobot labu lemak sebelum ekstraksi, dalam gram

d) Uji Kadar Serat kasar

Kadar serat kasar dalam pakan sebaiknya kurang dari 7%. Kandungan serat kasar yang terlalu tinggi pada pakan akan mempengaruhi data cerna dan penyerapan didalam alat pencernaan. Prinsip pengujian kadar serat kasar adalah menentukan zat organik yang tidak larut dalam asam kuat dan basa kuat dan disertai pemanasan. Pengujian kadar serat kasar dalam pakan dilakukan menggunakan Metode SNI 01-2891-1992 butir 11:

- **Alat dan bahan :**

1. Neraca analitik
2. Pendingin
3. Corong Buchner
4. Pompa vakum
5. Pelet

- **Pereaksi :**

1. Asam sulfat H_2SO_4 1,25%
2. Natrium Hidroksida, NaOH 3,25%
3. Etanol 96%
4. Kertas saring Whatman 54, 541 atau 41

- **Langkah Kerja :**

1. Timbang dengan seksama 2 – 4 g cuplikan. Bebaskan lemaknya dengan cara ekstraksi dengan cara soxlet atau dengan cara mengaduk, mengemulsi tuangkan contoh dalam pelarut organik sebanyak 3 kali. Keringkan contoh dan masukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml
2. Tambahkan 50 ml larutan H_2SO_4 1,25%, kemudian dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak
3. Tambahkan 50 ml NaOH 3,25% dan dididihkan lagi selama 30 menit
4. Dalam keadaan panas saring dengan corong Buchner yang berisi kertas saring tak berabu Whatman 54,41 atau 541 yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya
5. Cuci endapan yang terdapat pada kertas saring berturut – turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%

6. Angkat kertas saring beserta isinya, masukkan ke dalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya, keringkan pada suhu 105° C dinginkan dan timbang sampai bobot tetap

7. Bila ternyata kadar serat kasar lebih besar 1%, abukan kertas saring beserta isinya, timbang sampai bobot tetap

Kadar serat kasar dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{W - W_1}{W_2} \times 100\% \quad ; \text{ jika serat kasar} > 1\%$$

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{W}{W_1} \times 100\% \quad ; \text{ jika serat kasar} < 1\%$$

Keterangan :
 W = Bobot cuplikan dalam gram
 W₁ = Bobot abu dalam gram
 W₂ = Bobot endapan pada kerta saring (gram)

e) Uji Kadar abu

Kadar abu dalam pakan ikan sebaiknya kurang dari 12%. Jika kadar abu tinggi dalam pakan ikan berarti pakan ikan tersebut tidak akan memberikan pertumbuhan yang baik untuk ikan. Prinsip pengujian kadar abu ini adalah bahan makanan dilakukan pemanasan di dalam tanur listrik yang bersuhu 600°C. Pada suhu tersebut semua bahan organik akan menguap dan yang tertinggal hanya bahan anorganik yaitu abu. Pengujian ini dilakukan menggunakan Metode SNI 01-2891-1992 butir 6.1:

- **Alat dan Bahan :**

1. Cawan porselen
2. Tanur listrik
3. Neraca analitik
4. Dessicator/eksikator
5. Pelet

- **Langkah Kerja :**

1. Timbang dengan seksama 2 – 3 g contoh ke dalam sebuah cawan porselen (atau platina) yang telah diketahui bobotnya, untuk contoh berupa cairan uapkan di atas penangas air sampai kering

2. Arangkan di atas nyala api pembakar, lalu abukan dalam tanur listrik pada suhu maksimum 550° C sampai pengabuan sempurna (sekali – kali pintu tanur dibuka sedikit, agar oksigen bisa masuk)
3. Dinginkan dalam eksikator, lalu timbang sampai bobot tetap
Kadar abu dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

- Keterangan :
- W = Bobot contoh sebelum dikeringkan (gram)
 - W₁ = Bobot contoh + cawan sesudah diabukan(gram)
 - W₂ = Bobot cawan kosong (gram)

f) Uji kandungan asam amino

Prosedur hidrolisis protein

- a. Ditimbang lebih kurang 1 mg protein sampel masuk tabung hidrolisa.
- b. Ditambahkan 1 ml HCl 6 N kedalam tabung tersebut dan divakum lebih kurang 1 menit.
- c. Tabung ditutup dan dioven selama 22 jam dengan suhu 110°C.
- d. Hasil hidrolisa diuapkan sampai kering dengan gas hidrogen.

Prosedur analisis asam amino

- a. Hasil hidrolisa (hidrolisat protein) dianalisa dengan instrumen analizer asam amino, dengan cara residu protein dilarutkan dalam 0,5 ml NaOH 0,01 N dan 1,5 ml HCl 0,02 N.
- b. Campuran diultrasonik lebih kurang 2 menit kemudian disaring dengan penyaring Whatman pp 25 berdiameter 0,2 µm dan filtrat siap dianalisa.

Prosedur untuk analisa triptofan

- a. Untuk hidrolisis asam amino triptofan, larutan HCl 6 N diganti dengan asam methasolfonat 4 N 1 ml, selanjutnya dikerjakan seperti pada prosedur hidrolisis protein
- b. Bila mau dianalisa residu dibuat pH = 4 dengan NaOH 4 N, kemudian ditambah 0,02 N HCl sampai volume 2 ml, prosedur selanjutnya sama seperti diatas.

Prosedur hidrolisis untuk penentuan sistein dan metionin

- a. Sampel ditimbang sebanyak 2 mg.
- b. Ditambahkan 2 ml asam performat dan dibiarkan 4 sampai dengan 24 jam pada 0°C.
- c. Ditambahkan 0,3 ml 48% HBr.
- d. Diuapkan dengan nitrogen
- e. Residu ditambah 1 ml HCl 6 N dan selanjutnya seperti pada prosedur hidrolisis protein.

Perhitungan kadar sampel

$$\text{Kadar sampel} = \frac{\text{Luas area sampel} \times \text{konsentrasi standart} \times \text{B.M} \times 40 \times 100\%}{\text{Luas area standart} \times \text{berat sampel}}$$

g) Uji kandungan mineral

Cara penentuan kalsium

1. Sampel abu dilarutkan dalam HCl (1:4) dan semua abu yang terlarut dipindahkan ke dalam gelas piala.
2. Air yang terkandung diuapkan sampai pekat. Kemudian dipanaskan dalam penangas selama satu jam.
3. Residu yang telah kering dibasahi dengan 5 - 10 ml HCl pekat dan 50 ml aquades dan dipanaskan lagi dalam penangas air selama beberapa menit, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman nomor 52.
4. Filtrat ditampung dengan labu ukur 200 ml. Endapan yang tertinggal dicuci dengan aquades. Air cucian dicampur dengan filtrat yang tertampung lewat kertas saring yang sama.
5. Filtrat dan hasil cucian tersebut diencerkan dengan aquades sampai tanda.
6. Filtrat dan hasil cucian diuapkan sehingga volumenya menjadi lebih kurang 50 ml, kemudian larutan dibuat sedikit alkalis dengan NH₄OH (1:4) dan sambil dipanaskan ditambahkan tetes demi tetes larutan amonium-oksalat jenuh sampai terbentuk endapan Ca dan Mg-oksalat. Penambahan amonium-oksalat dibuat sedikit berlebihan.
7. Endapan tersebut dipanaskan sampai mendidih, didiamkan sehingga semua endapan mengendap. Dilakukan dekantasi bagian larutan yang jernih melalui kertas saring, dan dituangkan 15 - 20 ml aquades panas

ke dalam endapan dalam gelas piala dan dilakukan dekantasi lagi. Endapan dalam gelas piala dilarutkan dengan beberapa tetes HCl pekat dan ditambahkan air.

8. Diulangi lagi pengendapan dengan membuat larutan sedikit alkalis dengan NH_4OH (1:9) dan ditambah 0,5 ml larutan amonium-oksalat jenuh. Disaring dengan kertas saring yang tadi, endapan dicuci dengan aquades panas sampai bebas klorida, dikeringkan endapan dan kertas saring dalam krus yang telah diketahui beratnya, dipijarkan dan ditimbang residu tersebut sebagai kalsium.

Cara penentuan fosfor

1. Contoh ditimbang dengan seksama sebanyak 1 - 2 gram dan dipindahkan ke dalam gelas piala (pyrex), ditambahkan 7,5 ml larutan Mg-nitrat dan diaduk baik-baik.
2. Dipanaskan diatas pemanas listrik pada suhu sekitar 180°C , sampai pekat dan tak terjadi perubahan-perubahan lagi.
3. Dipindahkan ke dalam muffle pada suhu $300 - 400^\circ\text{C}$ sampai residu tidak berwarna hitam lagi. Didinginkan, lalu ditambahkan 15 - 30 ml HCl pekat dan diencerkan dengan aquades, kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 250 ml dan diencerkan lagi sampai tanda.
4. Diambil 100 ml larutan contoh yang diperoleh dan dipindahkan ke dalam gelas piala 250 ml.
5. Ditambahkan NH_4OH pekat sedikit berlebihan. Endapan yang terjadi dilarutkan kembali dengan menambah HNO_3 pekat sedikit demi sedikit sambil diaduk, sampai larutan menjadi jernih.
6. Ditambahkan 15 g amonium nitrat, dipanaskan diatas penangas air sampai suhu 65°C dan ditambahkan 70 ml larutan molibdat. Didiamkan pada suhu tersebut selama satu jam.
7. Diperiksa apakah pengendapan tersebut sudah selesai atau belum. Caranya : diambil 5 ml supernatan dan ditambahkan 5 ml larutan molibdat dan dikocok. Bila masih terbentuk endapan berarti masih perlu ditambah larutan molibdat lagi sampai pengendapan selesai.
8. Kalau pengendapan sudah selesai, disaring dan dicuci dengan aquades.

9. Endapan dilarutkan kembali dalam kertas saring tersebut dengan menambah sedikit demi sedikit larutan NH_4OH (1:1) dan air panas sampai kertas saring menjadi bersih. Volume filtrat dan hasil pencucian yang terakhir ini tidak boleh lebih dari 100 ml.
10. Filtrat dan hasil cucian dinetralkan dengan HCl pekat, didiamkan lalu ditambahkan 15 ml magnesia mixture dari dalam buret dengan kecepatan 1 tetes tiap detik sambil dikocok. Didiamkan selama 15 menit.
11. Ditambah 12 ml NH_4OH pekat dan dibiarkan selama 2 jam.
12. Supernatan mula-mula dituang melalui kertas saring bebas abu, endapan dicuci dalam gelas piala dengan amonia encer sampai bebas klorida.
13. Endapan dan kertas saring dikeringkan dalam krus yang telah dipijarkan dan diketahui beratnya, kemudian dipijarkan mula-mula pada suhu rendah, akhirnya dipijarkan pada suhu yang lebih tinggi, sampai diperoleh residu yang berwarna putih atau abu-abu keputih-putihan. Didinginkan dalam eksikator dan berat residu ditimbang sebagai $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.
14. Berat P (g dalam 100 ml larutan) = $0,6377 \times \text{berat Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (g)

h) Uji kandungan energi

Kandungan energi dapat diperoleh dengan menggunakan bom kalorimeter. Kebutuhan energi yang digunakan untuk penyusunan pakan ikan adalah berbasiskan pada Energi Tercerna (*Digestible Energy*). *Digestibel energy* diperoleh setelah mengurangi kandungan energi bruto pakan dengan energi feses ikan. Cara pengamatan kandungan energi adalah sebagai berikut:

- **Alat dan Bahan :**

Pakan dan feses hasil dari pengamatan di lapangan, aquades, oksigen, larutan NaOH 0,1 N, indikator methylred, kain pembersih dan kertas tissue, bom kalorimeter, alat pembuat pellet, timbangan analitis Sartorius, pinset, gunting, beaker glass 80 ml, crucible, buret 1 ml,

kawat penghubung, stirrer yang dihubungkan dengan stabilisator, unit pembakar, dan timer.

• **Langkah kerja :**

1. Sampel ditimbang dengan berat kurang lebih 1 gram dan dibuat pellet.
2. Kawat ditimbang (dengan panjang berkisar 7 sampai 10 cm)
3. Pembuatan pellet dilakukan dengan kawat terselip di dalam kapsul (cricible).
4. Ujung-ujung kawat dipasang berhubungan dengan bom, dengan catatan pemasangan kawat tidak boleh menyentuh dinding kapsul.
5. Air ditimbang sebanyak 2.000 gram dan dimasukkan ke dalam tabung.
6. Bom diisi dengan 1 ml aquades.
7. Bom yang sudah berisi contoh kemudian ditutup rapat.
8. Mula-mula bom diisi dengan 5 atm O₂, kemudian dikeluarkan lagi dengan perlahan. Bom yang bersih dari gas-gas selain O₂ selanjutnya diisi kembali dengan 25 sampai dengan 30 atm O₂.
9. Bom dimasukkan ke dalam tabung (bucket) yang telah berisi air 2.000 gram.
10. Aliran listrik dihubungkan ke dalam bom.
11. Tabung (bucket) dimasukkan ke dalam jacket dan ditutup.
12. Stirrer dipasang dan dihidupkan dengan aliran listrik.
13. Suhu dicatat selama 5 menit, diperiksa tiap-tiap menit sampai suhu pada termometer menjadi konstan.
14. Suhu awal dicatat setelah 5 menit dan tombol pembakar ditekan.
15. Suhu akhir dicatat setelah 10 menit, dan diperiksa tiap-tiap menit.
16. Aliran listrik dimatikan.
17. Tutup jacket dibuka dan bom kalorimeter dibuka.
18. Oksigen dikeluarkan dari bom secara perlahan selama kira-kira 1 menit.
19. Sisa kawat yang melekat dilepas dan ditimbang dengan teliti.

20. Bagian dalam bom dan kapsul dicuci dengan aquades dan air cucian ditampung dalam beaker glass kapasitas 100 ml. Jumlah larutan cucian lebih kurang 60 ml.

21. Ditambahkan indikator methyl red 3 tetes.

22. Dititrasi dengan NaOH 0,1 N.

23. Jumlah ml NaOH 0,1 N yang diperlukan dicatat sampai terjadi perubahan warna.

• **Perhitungan :**

$$\begin{aligned} \text{Energi bruto} &= \frac{(\text{°F}) (W) - 13,8 (\text{ml NaOH}) (N) - \text{Kawat} (1400)}{\text{Berat sampel (gram)}} \\ &= \text{kal/gram} \end{aligned}$$

Keterangan :

t = kenaikan suhu (°F)

W = Nilai kesetaraan panas air bom

N = Normalitas NaOH

Kawat = Berat sisa kawat yang digunakan

1400 = Nilai energi kawat (kal/gram)

Dalam perhitungannya, kandungan energi pakan yang diperoleh dikurangkan dengan kandungan energi feses. Hasil ini belum menunjukkan kandungan energi tercerna yang sebenarnya atau ini hanya kandungan energi tercerna semu karena masih belum memperhitungkan kandungan energi endogenous yaitu energi yang berasal dari mukosa usus, enzim, dan lain-lain dari dalam tubuh. Untuk memperoleh kandungan energi tercerna sejati harus dilakukan penelitian dengan memperhitungkan energi endogenous.

Penggunaan energi diukur dalam kilokalori (kcal) atau kalori (kal). Satu kilokalori atau satu kalori adalah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu liter air dari 14,5°C menjadi 15,5°C. Ukuran lainnya adalah kilojoule (kJ) yang didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk mengangkat benda satu kilogram setinggi satu meter. Satu kilokalori sama dengan 4,2 kJ.

3) Uji Biologis

Uji biologis dilakukan untuk mengetahui pengaruh pakan tersebut langsung pada ikan. Ada kemungkinan pakan yang mempunyai kandungan nutrisi tinggi kurang memberikan efek bagi pertumbuhan ikan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian langsung di laboratorium untuk menguji suatu pakan. Ikan yang dicobakan diperlakukan dengan pemberian pakan selama periode waktu tertentu, umumnya berkisar antara 1, 5 – 2 bulan. Pada selang waktu tertentu dilakukan pengukuran pertumbuhan pada ikan. Pada pengamatan uji biologis tersebut akan didapatkan beberapa variabel pengukuran seperti pertambahan bobot badan, kesintasan (*survival rate*), laju pertumbuhan, dan konversi pakan.

Beberapa parameter biologis yang diukur adalah laju pertumbuhan, efisiensi makanan dan nilai konversi pakan.

a) Pertambahan bobot badan

Pertambahan bobot badan diukur dengan menimbang ikan tersebut pada selang waktu tertentu. Dari hasil penimbangan tersebut akan didapatkan pertambahan bobot badan per satuan waktu. Pertambahan bobot ikan dihitung berdasarkan rumus (Zonneveld *et al.*, 1991):

$$G = W_t - W_o$$

Keterangan: G = Pertambahan bobot (g)

W_t = Bobot akhir (g)

W_o = Bobot awal (g)

Untuk menghitung bobot biomasa (BM) ikan, digunakan rumus penghitungan sebagai berikut :

$$BM = N_t \times W_t$$

Keterangan : BM = bobot biomasa (kg)

N_t = populasi (ekor)

W_t = bobot rata-rata

Menentukan populasi (N_t) ikan dengan cara menghitung ikan yang mati, yaitu:

$$N_t = N_o - D$$

Keterangan : N_t = populasi (ekor)
 N_o = jumlah ikan yang ditebar (ekor)
 D = jumlah ikan yang mati (ekor)

b) Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup dapat dinyatakan sebagai persentase jumlah ikan yang hidup dibagi dengan jumlah ikan yang ditebar selama jangka waktu pemeliharaan, yang dinyatakan dengan rumus:

$$S = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :
 S = kesintasan/tingkat kelangsungan hidup (%)
 N_o = jumlah ikan awal (ekor)
 N_t = jumlah ikan akhir (ekor)

c) Laju Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah perubahan ukuran baik panjang, bobot atau volume tubuh ikan dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan energi bebas setelah energi yang tersedia dipakai untuk metabolisme standar, energi untuk proses pencernaan dan energi untuk aktivitas. Metode yang dipakai untuk menghitung pertumbuhan adalah dengan pengukuran laju pertumbuhan harian. Rumus yang digunakan untuk mengukur laju pertumbuhan adalah :

• Laju pertumbuhan (*Growth Rate/GR*)

Penghitungan laju pertumbuhan harian menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Hariati (1989), sebagai berikut:

$$GR = \frac{W_t - W_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

GR = Laju pertumbuhan harian (%)

Wt = Bobot rata-rata ikan di akhir pemeliharaan (ekor)

Wo = Bobot rata-rata ikan di awal pemeliharaan (ekor)

t = Lama waktu pemeliharaan (hari)

• **Laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate/SGR*):**

Laju pertumbuhan spesifik merupakan persentase pertumbuhan bobot yang dicapai pada akhir pemeliharaan, dan dihitung menggunakan rumus (Husmain, 1987):

$$SGR = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

SGR= Laju pertumbuhan spesifik (%)

Wt = Bobot rata-rata ikan di akhir pemeliharaan (ekor)

Wo = Bobot rata-rata ikan di awal pemeliharaan (ekor)

t = Lama waktu pemeliharaan (hari)

d) Efisiensi Penggunaan Makanan

Cara yang digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan pakan oleh ikan yang mengkonsumsinya dapat diukur dengan perhitungan efisiensi penggunaan makanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan antara lain kandungan nutrisi, palatabilitas, kualitas air, umur ikan, bobot ikan dan kapasitas lambung. Palatabilitas adalah derajat kesukaan pada makanan tertentu yang terpilih dan dimakan. Pengertian palatabilitas berbeda dengan konsumsi. Palatabilitas melibatkan indera penciuman, perabaan dan perasa. Semakin tinggi palatabilitas pakan maka akan semakin banyak juga pakan yang dikonsumsi, dan semakin tinggi kesempatan untuk meningkatkan produksinya. Palatabilitas merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat konsumsi pakan, dimana palatabilitas pakan ditentukan oleh rasa, bau dan warna yang merupakan pengaruh faktor fisik dan kimia pakan (Parakkasi,1986).

Efisiensi pakan sendiri dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Em = \frac{(B+Bt)-Bo}{Tm} \times 100\%$$

Keterangan:

- Em = Efisiensi makanan ikan
B = Bobot tubuh akhir (gr)
Bt = Bobot ikan mati (gr)
Bo = Bobot tubuh awal (gr)
Tm = Total makanan yang habis selama

e) Nilai Koversi Pakan (*Feed Conversion Ratio/FCR*)

Nilai konversi pakan dan efisiensi pakan dapat diketahui dengan melakukan pemberian pakan selama periode waktu tertentu sehingga bisa dihitung nilainya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FCR = \frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan (kg)}}{\text{Total bobot akhir ikan (kg)}}$$

Nilai FCR yang semakin kecil menunjukkan pakan yang dikonsumsi oleh ikan lebih efisien digunakan untuk pertumbuhan, sebaliknya nilai FCR yang semakin besar menunjukkan pakan yang dikonsumsi kurang efisien (pemanfaatan pertumbuhan rendah).

B. Keterampilan yang diperlukan dalam mencetak pakan buatan

1. Mencetak adonan
2. Mengeringkan pakan
3. Menguji Pakan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam mencetak pakan buatan

Harus bersikap secara tepat, benar dan taat azas dalam:

1. Mencetak adonan
2. Mengeringkan pakan
3. Menguji Pakan

BAB VI

MENGEMAS PAKAN BUATAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam mengemas pakan buatan

Pengemasan dan penyimpanan pakan merupakan tahap akhir dari proses pembuatan pakan. Pengemasan yang baik akan meningkatkan daya simpan pakan buatan semakin lama dan tetap mempertahankan kualitas pakan. Oleh karena itu, agar pakan yang sudah kering tetap terjaga kadar airnya di dalam kemasan, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dengan kualitas tetap terjaga, maka pakan ikan harus dikemas dengan rapi dan terisolasi dengan udara bebas, sehingga tidak mudah terkontaminasi.

1. Jenis-jenis kemasan pakan

Kemasan adalah wadah atau media yang digunakan untuk membungkus bahan atau komoditi sebelum disimpan untuk memudahkan pengaturan, pengangkutan, penempatan pada tempat penyimpanan, serta memberikan perlindungan pada bahan atau komoditi (Imdad dan Nawangsih, 1999). Pengemasan terhadap pakan bertujuan untuk melindungi pakan dari pengaruh oksidasi dan mencegah terjadinya kontaminasi dengan udara luar. Hasil pengolahan dapat dikendalikan dengan pengemasan, termasuk pengendalian cahaya, konsentrasi oksigen, kadar air, perpindahan panas, kontaminasi dan serangan makhluk hayati (Harris dan Karnas, 1989). Wadah untuk mengemas pakan sangat bervariasi, mulai dari karung plastik, kertas semen, plastik tebal untuk kapasitas besar, atau aluminium foil untuk kapasitas kecil.

a) Karung Goni

Karung merupakan alat pembungkus yang banyak digunakan untuk menyimpan hasil-hasil pertanian, yang akan disimpan dalam jangka waktu lama maupun sementara, akan tetapi tidak semua komoditi pertanian memerlukan karung baru untuk pengemasannya, ada yang menggunakan karung bekas dan ada pula yang menggunakan karung sintesis. Apabila dibandingkan dengan karung serat sintesis, karung goni mempunyai kualitas

yang lebih baik, karena sifat-sifat yang dimiliki karung goni tidak sepenuhnya dimiliki oleh karung serat sintesis (Soekartawi, 1989). Karung goni terbuat dari yute atau rami.

Kelebihan karung goni dibandingkan dengan karung plastik ialah:

- ✓ dapat dipindah-pindahkan dengan menggunakan alat ganco,
- ✓ dapat ditumpuk sampai tinggi,
- ✓ contoh dapat dengan mudah diambil dengan cara memasukkan alat pengambil contoh ke dalam karung,
- ✓ mudah disimpan dan jika karung goni dibuang, dapat membusuk dengan mudah (Soekartawi, 1989).

Kelemahan karung goni yaitu mempunyai lubang-lubang yang relatif lebih besar meskipun lubang-lubang ini berguna memudahkan penetrasi gas yang digunakan pada saat fumigasi (Hasjmy, 1991).

b) Karung Plastik

Karung plastik telah banyak digunakan untuk mengganti karung goni, meskipun masih banyak kekurangan yaitu daya tahannya kurang, sehingga karung lebih mudah pecah serta mudah meluncur kebawah pada tumpukan-tumpukan di gudang. Karung plastik diganco maka akan bocor, karena tidak dapat tertutup kembali seperti halnya karung goni (Winarno dan Laksmi, 1974). Karung plastik umumnya terbuat dari *polyolefin* film yaitu *polyethylene*. Keuntungan dari Polyethylene yaitu permeabilitas uap air dan air rendah, mudah dikelim panas, fleksibel, dapat digunakan untuk penyimpanan beku (-50° C), transparan sampai buram, dapat digunakan sebagai bahan laminasi dengan bahan lain. Kerugian dari Polyethylene yaitu permeabilitas oksigen agak tinggi, dan tidak tahan terhadap minyak (Syarief dan Irawati, 1988). Karung plastik mulai pesat dipakai karena mempunyai sifat kuat, tahan air, lembam, transparan, dapat dibentuk, diisi dan disegel dengan mesin.

c) Kemasan Kertas

Kertas adalah bahan kemasan buatan yang dibuat dari pulp (bubur kayu). Kertas biasa digunakan untuk mengemas bahan atau produk pangan kering atau untuk kemasan sekunder (tidak langsung kontak dengan bahan pangan

yang dikemas) dalam bentuk dus atau boks karton. Kelemahan kertas adalah mudah robek dan terbakar, tidak dapat untuk mengemas cairan, dan tidak dapat dipanaskan, akan tetapi sampah kertas dapat didegradasi secara alami (Junaedi, 2003). Kertas dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu kertas kultural atau kertas halus, dan kertas industri atau kertas kasar (Junaedi, 2003). Kertas yang biasa digunakan untuk mengemas seperti kertas kraft, kertas kraft karung, kertas manila, yang termasuk dalam kertas industri (Junaedi, 2003).

2. Prosedur pengemasan pakan

Bahan yang digunakan untuk mengemas pakan ikan antara lain adalah karung plastik anyaman untuk bagian luar sedangkan untuk bagian dalam dilapisi kantong plastik tipis dan transparan. Bagian kantong plastik itulah yang membuat pellet/pakan ikan terisolasi dari udara bebas, sedangkan karung plastik anyaman merupakan pelindung agar kantong plastik tidak mudah bocor serta memudahkan dalam pengangkutan. Jenis bahan kemasan yang lainnya adalah dari kertas semen yang dibuat seperti kantong dan biasanya digunakan untuk mengemas pakan yang mempunyai berat antara 5 – 10 kg. Kantong kertas semen ini merupakan bagian luar dari kantong kemasan, sedangkan pada bagian dalamnya merupakan kantong plastik tipis dan transparan.

Secara manual, pakan dikemas dengan prosedur sebagai berikut:

A. Alat dan Bahan:

1. Pakan buatan sendiri
2. Kantong plastik 2 buah
3. Lilin
4. Korek api
5. Timbangan
6. Lembar informasi pakan

B. Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
2. Timbang berat pakan yang akan dikemas

3. Buat lembar informasi pakan berisi catatan sebagai berikut:

- Nama kelompok
- Berat pakan
- Kandungan nutrisi pakan (%):
 - Protein
 - Lemak
 - Karbohidrat
- Tanggal pembuatan

4. Masukkan pakan ke dalam kantong plastik dan kemas

5. Masukkan kembali pakan yang telah terkemas ke dalam kantong plastik yang telah berisi lembar informasi dan lakukan pengemasan kembali.

Pada pengemasan skala pabrik semua alat pengemasan sudah terangkai menjadi satu dan pada saat pakan ikan masuk ke dalam kantong kemasan, langsung dilakukan penjahitan otomatis pada kemasan tersebut. Tetapi pada beberapa perusahaan kecil proses pengemasan dilakukan secara manual dengan memasukkan pakan ikan ke dalam kantong dan ditimbang beratnya secara manual, kemudian dilakukan penjahitan kantong kemasan dengan menggunakan mesin jahit portable untuk plastik kemasan. Pada setiap kemasan pakan, harus tertera label/tanda menggunakan bahasa Indonesia dengan mencantumkan informasi minimal berikut ini:

- ✓ merk dagang; [L]
[SEP]
- ✓ nama produsen; [L]
[SEP]
- ✓ klasifikasi pakan; [L]
[SEP]
- ✓ bobot netto; [L]
[SEP]
- ✓ jenis bahan yang digunakan; [L]
[SEP]
- ✓ jenis bahan yang ditambahkan; [L]
[SEP]
- ✓ kandungan nutrisi yang terdiri dari:
 - air, maks; [L]
[SEP]
 - protein, min; [L]
[SEP]
 - lemak, min; [L]
[SEP]
 - serat kasar, maks;
 - abu, maks. [L]
[SEP]

- ✓ cara penyimpanan; [L] [SEP]
- ✓ cara penggunaan; [L] [SEP]
- ✓ bentuk (*crumble*, remah, pelet) dan sifat-sifat fisik (tenggelam); [L] [SEP]
- ✓ kestabilan dalam air; [L] [SEP]
- ✓ tanggal kadaluarsa; [L] [SEP]
- ✓ kode produksi. [L] [SEP]

3. Penyimpanan pakan

Penyimpanan adalah salah satu bentuk tindakan penyimpanan yang selalu berkaitan dengan waktu. Beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam menyimpan pakan ditinjau dari segi pakan itu sendiri dan ruangan penyimpanan, agar tidak mempengaruhi stabilitas nutrient pakan, adalah :

- Kadar air yang terkandung dalam pakan tidak lebih dari 10%, sehingga pakan tidak mudah terserang jamur.
- Ruang penyimpanan pakan harus bersih, kering, aman dan memiliki ventilasi yang baik, sehingga *supply* oksigen di dalam ruangan penyimpanan tetap mencukupi. Oleh karena itu, sebaiknya ruang penyimpanan pakan berhubungan langsung dengan sinar matahari.
- Ruang penyimpanan memiliki kelembaban relatif kurang dari 65%.
- Suhu ruangan penyimpanan sekitar 20°C, agar tidak merusak dan mengurangi kandungan nutrisi dalam pakan.
- Tumpukan kemasan pakan sebaiknya tidak lebih dari enam tumpukan, dan jarak palet yaitu kayu tempat meletakkan pakan dalam ruang penyimpanan sekitar 12 – 15 cm dari dasar lantai.
- Lama penyimpanan pakan buatan didalam ruang penyimpanan sebaiknya tidak lebih dari tiga bulan. Gunakan pakan yang diproduksi terlebih dahulu baru pakan yang diproduksi selanjutnya (First in-first out)
- Jangan berjalan di atas tumpukan pakan, hal ini dapat mengakibatkan rusak dan hancurnya pakan buatan.

Gambar 52

Contoh Penyimpanan Pakan Yang Tepat dan Tidak Tepat



Sebaiknya pakan atau bahan pakan yang paling sering digunakan ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau oleh pembudidaya dan begitu sebaliknya. Misalnya, jika kolam produksi sedang banyak memelihara ikan dewasa, pakan ikan ini tentu paling banyak dibutuhkan maka pakan tersebut harus diletakkan pada posisi yang dekat dengan pintu keluar agar mudah dijangkau. Untuk pakan tambahan dan obat pelengkap pakan dapat disimpan dalam lemari agar tidak rusak karena umumnya digunakan dalam jumlah yang sedikit.

4. Faktor penurunan kualitas pakan

Untuk mencegah kemunduran mutu pakan, pakan yang telah dikemas harus disimpan dengan benar pada ruang penyimpanan yang memenuhi syarat. Apabila ruangan tidak memenuhi syarat, maka dapat menyebabkan serangan jamur atau serangga pada pakan, mengakibatkan proses peroksidasi lemak dan pakan akan tengik serta berbau busuk.

Terdapat 3 (tiga) faktor yang berpengaruh terhadap kualitas pakan, yaitu serangga, organisme mikroskopis dan perubahan iklim yang semuanya akan menyebabkan perubahan kualitas, kerusakan fisik, bau tengik, dan berjamur, kehilangan bobot, resiko kesehatan ikan dan ekonomis. Kontaminasi mikro organisme seperti bakteri dan jamur tidak dapat hidup pada kelembaban di bawah 20%. Efek kerusakan pada pakan akibat jamur antara lain:

- ✓ Produksi racun mycotoxin,
- ✓ Timbulnya panas,

- ✓ Naiknya kelembaban, dan
- ✓ Munculnya jamur.

5. Catatan/Rekaman Hasil Pembuatan Pakan

Keberhasilan dalam membuat pakan buatan diketahui dari hasil uji pakan yang menunjukkan kualitas pakan itu sendiri, baik secara fisis, kimia maupun biologi. Apabila dari hasil uji pakan ternyata pakan yang diproduksi tidak sesuai dengan persyaratan dan perencanaan pembuatan pakan, maka perlu dilakukan evaluasi untuk memperbaiki kualitas pakan tersebut. Oleh karena itu, untuk mengetahui dan menelusuri faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan, hambatan dan kendala yang mungkin saja terjadi selama proses pembuatan pakan, perlu dibuat suatu catatan/rekaman sebagai bukti hasil kegiatan dan bahan perbaikan. Catatan tersebut akan sangat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan, seperti teknisi pembuat pakan dan penanam modal usaha, untuk melakukan telusur kualitas pakan yang diproduksi. Dalam catatan tersebut, perlu dituliskan beberapa parameter terkait pembuatan pakan, seperti:

- ✓ Jenis dan kualitas bahan baku yang digunakan
- ✓ Hasil penyusunan formulasi pakan/kandungan nutrisi pakan
- ✓ Komposisi bahan pakan
- ✓ Prosedur dalam pembuatan pakan dan hambatan serta kendala yang ditemui selama membuat pakan
- ✓ Jumlah pakan yang diproduksi dalam 1 batch dan tanggal produksinya
- ✓ Hasil uji pakan, baik secara fisik, kimia dan biologi
- ✓ Kegiatan pengemasan dan penyimpanan
- ✓ Tanggal kadaluarsa pakan
- ✓ Operator dan penanggungjawab pembuatan pakan

Catatan/rekaman hasil pembuatan pakan dibuat dengan mengikuti format yang ditentukan oleh perusahaan pembuat pakan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam mengemas pakan buatan

1. Mengemas pakan
2. Menyimpan pakan
3. Membuat catatan/rekaman hasil pembuatan pakan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam mengemas pakan buatan

Harus bersikap secara tepat, benar dan taat azas dalam:

1. Mengemas pakan
2. Menyimpan pakan
3. Membuat catatan/rekaman

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku Referensi

- a. Afrianto, E. & Liviawaty, E., *Pakan Ikan*, Kanisius, Yogyakarta, 2005.
- b. Akbar, Syamsul, *Meramu Pakan Ikan Kerapu: bebek, lumpur, macam, Malabar*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2000.
- c. Alamsyah, Rizal, *Pengolahan Pakan Ayam dan Ikan secara modern*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2005.
- d. Amri, Ir. Khairul dan Khairuman, A.Md, *Membuat Pakan Ikan Konsumsi*, Agro Media Pustaka, Jakarta, 2002.
- e. Brown, E. E., and J. B. Gratzek, *Fish Farming Handbook: Food, Bait, Tropicals and Goldfish*, AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 391 pp, 1983.
- f. Khairuman dan Khairul Amri, *Membuat Pakan Ikan Konsumsi*, AgroMedia Pustaka. Jakarta, 2002.
- g. Mujiman, Ahmad, *Makanan Ikan*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2006.
- h. Sary, I.R, *Produksi Pakan Buatan*, Buku Teks Bahan Ajar Siswa Program Keahlian Teknologi Budidaya Perairan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta, 2013.
- i. Tacon (1988) dalam Millamena *et al.*, dalam Gusrina, *Buku Budidaya Ikan*, Departemen Pendidikan Nasional, 2000.

B. Referensi Lainnya

- a. Adegboye, JD, *Calcium Homeostatis in The Crayfish*, In: Goldmann RC (editor), Paper from the 5th International Symposium on Freshwater Crayfish, Davis, California, U.S.A., hlm 115 – 123, 1981.
- b. Agung, S., Hoxey, M., Kailis, S.G., Evans, L.H., *Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp, Penaeus monodon*, Aquaculture 134, 313–323, 1995.
- c. Akand, A. M., Hasan, M. R., & Habib, M. A. B, *Utilization of carbohydrate and lipid as dietary energy sources by stinging catfish, H. fossilis (Bloch)*, In: De Silva, S. (Ed.), Fish nutrition, Research in Asia, *Proceedings of the Fourth Asian Fish Nutrition Workshop*, Asian Fish, Soc. Spec, Publ. 5. (pp. 93–100), Manila, Phillipines, Asian Fisheries Society, 1991.
- d. Akiyama, D. M & Norman L. M. C, *Shrimp feed requirement*. Technical Buletin, American Soybean Association, Singapore, 1989.
- e. Akiyama, D.M., Dominy, W.G., *Penaeid Shrimp Nutrition for The Commercial Feed Industry*, American Soybean Association and Oceanic Institute, Waimanalo, USA, 50 pp, 1991.
- f. Akiyama, D.M., Dominy, W.G., Lawrence, A.L., *Penaeid Shrimp Nutrition*, In: Lester, L.J., Fast, A.W. (Eds), *Marine Shrimp Principles and Practices*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 535 – 568, 1992.
- g. Arockiaraj, A. J., Muruganandam, M., Marimuthu, K., & Haniffa, M. A, *Utilization of carbohydrates as a dietary energy source by striped murrel Channa striatus (Bloch) fingerlings*, Acta Zoologica Taiwanica, 10 (2), 103–111, (1999).
- h. Brett JR, Groves TDD, *Physiological Energetics*, Fish Physiology Vol. 1, *New York: Academic Press*, 1979.

- i. Cowey, C. B., & Sargent, J. R., *Nutrition. In W. S. Hoar & J. Randall (Eds.), Fish physiology (Vol. III, pp. 1–69), New York, NY: Academic Press, 1979.*
- j. D'Abramo, L.R., Sheen, S.-S., *Nutritional Requirements, Feed Formulations and Feeding Practices of The Freshwater Prawn, Macrobrachium rosenbergii, Rev. Fish. Sci. 2, 1 – 21, 1991.*
- k. Furuichi, M., & Yone, Y., *Availability of carbohydrate in nutrition of carp and red sea bream, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 48, 945–948, 1981.*
- l. Halver, J. E., *Fish Nutritio.*, Academic Press, New York, 1972.
- m. Handayani, D., *Optimasi Pakan Buatan Yang Efisien dan Ekonomis Untuk Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.)*, Skripsi Sarjana Biologi, Institut Teknologi Bandung, 2003.
- n. Hasan, M. R., Moniruzzaman, M., & Farooque, A. M. O., *Evaluation of leucaena and water hyacinth leaf meal as dietary protein sources for the fry of Indian major carp, Labeo rohita (Hamilton), In R. Hirano & I. Hanyu (Eds.), Second asian fisheries forum (pp. 275–278), Manila, Phillipines: Asian Fisheries Society, (1990).*
- o. Jacinto, E.C., Colmenares, H.V., Cerecedo, R.C., Cordova, R.M., *Effect of Dietary Protein Level on Growth and Survival of Juvenile Freshwater Crayfish Cherax quadricarinatus (Decapoda: Parastacidae), Aquacult, Nutr. 9, 207 – 213, 2003.*
- p. Kalita, Pallabi., Mukhopadhyay K, Pratap., Mukherjee K, Ashis., *Evaluation of the Nutritional Quality of Four Unexplored Aquatic weeds from Northeast India for the Formulation of Cost-Effective Fish Feeds, Food Chemistry 103 (2007) 204 – 209, 2006.*
- q. Kanazawa, A., *Utilization of soybean meal and other marine protein sources in diets for penaeid prawns*, In: Allan, G. (Ed.), *Aquaculture Nutrition Workshop, Programs and Abstracts, Fisheries Research and Development, Salamander Bay, NSW, Australia, pp. 122– 124, 1991.*
- r. Kompiang, I.P. & Sofyan I. *Nutrisi Ikan/ Udang Relevansi untuk Larva / Induk*, Prosiding Seminar Nasional Pembenuhan Ikan dan Udang, Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Bandung, 1988.
- s. Lim, C., *Replacement of marine animal protein with peanut meal in diets for juvenile white shrimp, Penaeus vannamei. J, Appl. Aquacult. 7, 67– 78, 1997.*
- t. Linder, M.C, *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme, UI – Press, Jakarta, 1992.*
- u. McGoogan, B.B., Gatlin III, D.M., *Effects of replacing fish meal with soybean meal in diets for red drum Sciaenops ocellatus and potential for palatability enhancement, J. World Aquac. Soc. 28, 374– 385, 1997.*
- v. Mitra, G., & Mukhopadhyay, P. K, *Dietary essentiality of ascorbic acid in rohu larvae: quantification with ascorbic acid enriched zooplankton, Aquaculture International, II(1–2), 81–93, 2003.*
- w. Muzinic, L.A., Thompson, K.R., Morris, A., Webster, C.D., Rouse, D.B., Manomaitis, L., *Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in Naylor, R.L., Goldberg, R., Primavera, J., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000, Effect of aquaculture on world fish supplies, Nature 405, 1017– 1024, 2004.*
- x. New, M.B., *A Review of Dietary Materials into Aquaculture Systems: Emphasis on Feeding in Semi-intensive Systems. Aquac. Eng. 5, 123 – 133, practical diets for Australian red claw crayfish Cherax quadricarinatus, Aquaculture 230, 359 – 376, 1976*

- y. Palleoheimo JE, Dickie LM, *Food Growth of Fishes, Relation among Food, Body Size and Growth Efficiencies*, J. Fish. Res. Board, Canada, 1966.
- z. Rifa'I, *Pengaruh Berbagai Jumlah Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tokolan Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii)*, Skripsi Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Unpad, 1993.
- aa. Sarac, H.Z., Thaggard, H., Gravel, M., Saunders, J., Naill, A., Cowan, R.T., *Observations on The Chemical Composition of Some Commercial Prawn Feeds And Associated Growth Responses in Penaeus monodon*, *Aquaculture* 115, 97 – 110, 1993.
- bb. Sari, Y. P, *Pemanfaatan Limbah Ikan Sebagai Pakan Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.) dari Sentra Produksi Ikan Asin dan Pengepakan Ikan Kota Cirebon*, Skripsi Sarjana Biologi, Institut Teknologi Bandung, 2004.
- cc. Shiemeno, S., Hosakawa, H., & Takeda, M, *The importance of carbohydrate in the diet of a carnivorous fish*. In: Halver, J., Tiews, K., (Eds.), *Proceedings of a World Symposium on Fin fish Nutrition and Fish food Technology (Vol I, pp. 127–143)*, Hamburg, 20–23 June 1978, Heeneman, Berlin, 1979.
- dd. Sukarman, *Steam Dalam Pembuatan Pakan Untuk Komoditas Akuakultur*, Media Akuakultur Volume 5 No 2, Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok, 2010.
- ee. Sumaryadi, H, *Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) yang Diberi Pakan yang Mengandung Silase Tembelang*, Skripsi Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Unpad, 1993.
- ff. Susanti, K. I, *Pengaruh Pencampuran Ampas Kelapa dalam Pakan terhadap Konsumsi Oksigen dan Laju Tumbuh Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.)*, Skripsi Sarjana Biologi, Institut Teknologi Bandung, 2001.
- gg. Teshima, S., *Phospholipids and sterols*. In: D'Abamo, L.R. (Ed.), *Crustacean Nutrition*, Advances in World Aquaculture, vol. 6. World Aquaculture Society, Baton Rouse, Louisiana, pp. 85– 107, 1997.
- hh. Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Christian, T.D., Webster, C.D., Manomaitis, L., Rouse, D.B., *Lecithin Requirements of Juvenile Australian Red Claw Crayfish Cherax quadricarinatus*. *Aquacult. Nutr.* 9, 223 – 230, 2003a.
- ii. Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Christian, T.D., Webster, C.D., Manomaitis, L., Rouse, D.B., *Effect on Growth, Survival, and Fatty Acid Composition of Australian Red Claw Crayfish Cherax quadricarinatus Fed Practical Diets with and without Supplemental Lecithin and/or Cholesterol*, *J. World Aquacult. Soc.* 34, 1 – 10, 2003b.
- jj. Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Morton, S., Webster, C.D., *Effects of Feeding Practcal Diets Containing Various Protein Levels on Growth, Survival, Body Composition, and Processing Traits of Australian Red Claw Crayfish Cherax quadricarinatus, and on Pond Water Quality*, *Aquacult. Res.* 35, 659 – 668, 2004.
- kk. Webster, C.D., L.S. Goodgame-Tiu, J.H Tidwell, and D.B Rouse, *Evaluation of Practical Feed Formulations with Different Protein Levels for Juvenile Red Claw Crayfish (Cherax quadricarinatus)*, *Transaction of the Kentucky Academy of Science* 55(3/4): 108 – 112, 1994.
- ll. Webster, C.D., Tidwell, J.H., Goodgame, L.S., Yancey, D.H., Mackey, L., *Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish, Ictalurus punctatus*, *Aquaculture* 106, 301– 309, 1992.

mm. Widiastuti, R. R, *Formulasi Pakan Buatan dengan Teknologi Fermentasi pada Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.)*, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 2006.

Daftar Alat Dan Bahan

A. Daftar Peralatan/Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	Laptop, infocus, laserpointer, papan tulis/flipchart, kertas plano, kertas post it, spidol	Untuk di ruang teori
2.	Laptop	Untuk setiap peserta
3.	Printer	Untuk semua peserta
4.	Hammer mill/disk mill	Untuk semua peserta
5.	Pencetak pelet	Untuk setiap kelompok
6.	Oven	Untuk semua peserta
7.	Masker	Untuk setiap peserta
8.	Sarung tangan	Untuk setiap peserta
9.	Kompas gas/listrik	Untuk semua peserta
10.	Pengaduk kayu	Untuk setiap kelompok
11.	Ember	Untuk setiap kelompok
12.	Baskom	Untuk setiap kelompok
13.	Timbangan digital	Untuk setiap kelompok
14.	Timbangan analitik	Untuk setiap kelompok
15.	Aerator	Untuk setiap kelompok
16.	Sealer	Untuk setiap kelompok
17.	Alat uji kimia pakan	Untuk setiap kelompok

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Bahan baku hewani	Untuk setiap kelompok
2.	Bahan baku nabati	Untuk setiap kelompok
3.	Bahan tambahan	Untuk setiap kelompok
4.	Bahan pengemas pakan	Untuk setiap kelompok
5.	Bahan uji kimia	Untuk setiap kelompok

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	Intan Rahima Sary, S.St.Pi, M.Si	1. Instruktur Pelatihan Bidang Budidaya Perairan 2. Asesor LSP P2 PPPPTK Pertanian