

BAB III

AKUAKULTUR UDANG HARIMAU

3.1 PENGENALAN

Menurut sejarah aktiviti akuakultur berasal dari negeri China. Ikan kap lee koh (*Cyprinus carpio*) ditenak sejak 4000 tahun dahulu. Ikan ini telah dilepaskan ke dalam kolam di kawasan istana untuk bekalan makanan keluarga bangsawan Cina ketika musim sejuk. Lama kelamaan amalan ini telah berubah dan dimajukan sebagai ternakan kolam sepanjang tahun (Jabatan Perikanan Malaysia 1985). Evolusi menternak ikan telah melibatkan penggunaan tasik-tasik dan kolam binaan. Pada tahun 475 SM, buku terulung tentang akuakultur telah ditulis oleh Fan Li (Barnabe 1990) atau Fan Lei (Pillay 1990) atau Fan Lai (Maiks 1992). Buku tersebut menjadi pemangkin kepada idea dan perkembangan industri akuakultur. Paling menarik kebanyakan prinsip yang dijelaskan dalam buku tersebut masih digunakan sehingga kini.

Walaupun ternakan monokultur kap Cina adalah popular tetapi ternakan polikultur juga telah diamalkan semasa Dinasti Tang (618 SM). Jenis-jenis ikan yang ditenak termasuklah ikan kap rumput (*Ctenopharyngodon idellus*) kap kepala besar (*Aristichthy nobilis*) kap perak (*Hypophthalmichthys molitrix*) kap hitam (*Mylopharyngodon piceous*) kap lumpur (*Cirrhinus molitorella*) dan ikan wu chang (*Maglobrama ambycephala*) (Jabatan Perikanan Malaysia 1985).

Ternakan polikultur ikan kap India juga telah diamalkan kira-kira 1000 tahun yang lalu di timur laut India, ikan yang diternak ialah ikan catla (*Catla catla*), rohu (*Labeo rohita*) dan mrigal (*Cirrhinus mrigala*). Namun hasil pengeluarannya tidak setanding pengeluaran ikan kap Cina. Di Asia Tenggara terutamanya di Indonesia, Thailand dan Filipina penternakan ikan telah lama diusahakan. Di Thailand misalnya, ternakan ikan patin (*Pengasius spesies*) telah dijalankan sejak lama dulu. Ikan keli (*Clariid*) dan sepat siam (*Trichogaster pectoralis*) diusahakan secara meluas. Di Indonesia pula, ikan kap tempatan seperti nilam (*Osteochilus hasselti*), tawes (*Barbus orphoides*) telah diusahakan selama beberapa abad. Ikan lee koh telah diperkenalkan pada 1914 dan telah diternak secara meluas (Jabatan Perikanan Malaysia 1985).

Di Malaysia, tidak seperti negara Asia yang lain, menternak ikan bukan amalan tradisi penduduk Malaysia. Ia diperkenalkan oleh pendatang Cina yang telah lama menternak di negara mereka. Kegiatan akuakultur di Malaysia bermula secara kecil-kecil pada 1930an dan mula mendapat perhatian lewat tahun 1970an dan kini telah menjadi satu industri yang penting. Pesisir pantai barat negara yang terkenal dengan hutan bakau amat sesuai untuk aktiviti akuakultur udang. Spesies udang yang dikultur adalah spesies air tawar iaitu udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dan spesies air payau/masin iaitu udang harimau (*Penaeus monodon*) dan udang putih (*Penaeus indicus*) (Jabatan Perikanan Malaysia 1999; Rosman 1996).

Akuakultur dijalankan untuk perdagangan atau kepentingan ekonomi. Di kebanyakan negara, akuakultur dilakukan oleh penduduk luar bandar untuk memperbaiki taraf sosial ekonomi dan juga menyediakan keperluan protien masyarakat tersebut. Kegiatan menternak dilakukan di kawasan tanah yang tidak sesuai untuk pertanian, ia disepadukan dengan pemeliharaan binatang ternakan seperti itik supaya sumber dapat digunakan sepenuhnya. Ia juga menjana faedah lain seperti aktiviti riadah untuk penggemar memancing bagi kolam ternakan ikan (Reay 1979). Malahan aktiviti pelancongan dan rekreasi juga semakin mendapat tempat mengikut evolusi aktiviti akuakultur ini (Jabatan Perikanan Malaysia 1985).

Potensi masa depan industri akuakultur di Malaysia adalah menggalakkan walaupun modal permulaan adalah tinggi. Permintaan pasaran yang tinggi untuk udang harimau menjamin pertumbuhan industri ini serta menambah pendapatan negara. Kebanyakan udang dieksport ke Jepun dan Eropah melalui Singapura. Akuakultur udang di Malaysia menggalakkan industri sampingan dan hiliran seperti penggunaan kitin bidang perubatan dan ini menambah peluang pekerjaan dan pendapatan. Komuniti nelayan yang mengusahakan akuakultur secara saradiri dapat menikmati pendapatan tetap sepanjang tahun. Akuakultur pada umumnya dilaksanakan untuk memenuhi keperluan asas manusia, iaitu untuk menampung kekurangan sumber makanan. Faedah lain yang diperolehi ialah menjana aktiviti riadah untuk penggemar memancing (Reay 1979).

Udang merupakan sumber protin yang tinggi. Asid amino yang diperlukan laisn dan methionin yang terdapat pada udang dan tidak terdapat dalam sayuran (Jabatan Perikanan Malaysia 1985). Kebanyakan dari tanah paya tidak sesuai untuk aktiviti pertanian. Oleh itu, tanah ini dibangunkan sebagai kawasan akuakultur untuk memenuhi pulangan ekonomi. Penggunaan tanah ini juga tidak menimbulkan konflik gunatanah, akuakultur boleh dibangunkan di kawasan paya tanah di kawasan pinggir laut yang tidak sesuai untuk pertanian atau aktiviti pembangunan yang lain. Kadar pengeluaran akuakultur adalah tinggi ini kerana pulangan lumayan bagi tiap unit keluasan lebih tinggi daripada binatang ternakan kerana udang boleh dikumpulkan dengan menggunakan keseluruhan ruang air. Maka hasil bagi setiap unit ruang adalah lebih besar dari aktiviti pertanian yang lain. (Jabatan Perikanan Malaysia 1985).

Kolam ternakan ikan air tawar dan udang laut yang terbiar di seluruh negara pada masa ini ialah seluas 832 hektar iaitu 1964 kolam ternakan ikan dan 672 kolam udang laut. Jika diusahakan ia mampu mengeluarkan 1200 tan metrik udang laut. Kedah merupakan negeri yang paling banyak kolam ternakan yang terbiar iaitu 310 kolam udang laut dan diikuti oleh Selangor dengan 142 buah kolam. Ia terbiar kerana beberapa faktor teknikal dan serangan penyakit 'white sport' (Hata 2001). Oleh itu kajian mengenai pengurusan alam sekitar penternakan udang harimau agar lebih mesra alam adalah sangat penting.

3.2 TAKRIF KONSEP

Akuakultur boleh ditakrifkan sebagai memelihara hidupan air, iaitu membiak hidupan tersebut di bawah kawalan manusia dengan pengendalian sekurang-kurangnya satu peringkat riwayat hidupnya sebelum penangkapan hasil dilakukan (Jabatan Perikanan Malaysia 1985). Perkataan akuakultur meliputi semua aktiviti termasuklah pengeluaran, pemprosesan dan pemasaran hidupan akuatik tersebut. Secara lebih khusus ia merangkumi penggunaan dan manipulasi sumber semulajadi serta artifisial untuk pengeluaran spesies tertentu mengikut keperluan manusia (Barnabe 1990).

Akuakultur melibatkan aktiviti manusia memanipulasi proses ekosistem semulajadi dengan tujuan untuk menghasilkan spesies yang diinginkan (Folke & Kautsky 1992). Menurut perspektif biologi, akuakultur merupakan usaha manusia melalui penambahan input buruh dan tenaga untuk memperbaiki penghasilan organisma akuatik yang berguna. Ini dilakukan secara manipulasi yang disengajakan ke atas kadar tumbesaran, kematian dan pembiakan organisma tersebut (Reay 1979; Rosman 1996). Akuakultur ialah penternakan organisma akuatik dalam persekitaran yang terkawal (Ong 1977). Aktiviti ini juga boleh ditakrifkan sebagai penternakan yang menggunakan beberapa kaedah seperti penyebaran benih, memberi makanan, memelihara daripada pemangsa dan sebagainya untuk menghasilkan pengeluaran yang tinggi (Pullin 1993).

Smith dan Peterson pula menjelaskan akuakultur sebagai peningkatan pengeluaran hidupan akuatik dalam persekitaran yang terkawal untuk menyelesaikan masalah kekurangan makanan dunia (Smith & Peterson 1982). Akuakultur merupakan kaedah pengurusan pengeluaran yang produktif dan telah diamalkan sejak berzaman (Bell & Canterbury 1976). Akuakultur boleh ditakrifkan sebagai kegiatan manusia yang menggunakan daya dan tenaga buruh untuk memperbaiki pengeluaran organisma yang berguna di dalam air (Lokman 1988). Pada keseluruhannya akuakultur melibatkan 3 perkara asas iaitu pemeliharaan untuk menikmati hasil tuaian, proses penternakan dikendalikan dalam medium akues, sesuatu yang dipelihara dalam air dan haiwan yang diternak adalah spesies akuatik (Howarth 1990).

Pengkulturan udang ialah pemeliharaan udang secara rasional, meliputi terutamanya pengawalan pertumbuhan dan pembiakbakaan. Pemeliharaan ini tidak sahaja berkenaan pertumbuhan kuantitatif tetapi juga untuk memperbaiki mutu hasil. Hidupan akuatik yang dipelihara adalah bertujuan untuk kegunaan persendirian atau pelepasan semula ke dalam air yang mengalir, air tenang, tasik semulajadi dan kolam untuk tujuan pemuliharaan. Pengkulturan adalah meliputi aktiviti penyeliaan dan pengawasan pembiakan, pemberian makanan, pertumbuhan kuantitatif dan pengawalan saiz ikan dan penyelenggaraan kolam (Huet 1995).

Furukawa (1976) menjelaskan akuakultur sebagai proses industri memelihara organisma akuatik hingga ke tahap pengeluaran komersial dengan menggunakan kawasan yang khusus, mengawal faktor persekitaran, mengurus riwayat hidup peliharaan dengan efisien dan ia merupakan industri yang mandiri dari aktiviti perikanan lain.

Akuakultur memainkan peranan yang penting pada masyarakat. Pada dasarnya matlamat aktiviti akuakultur ialah untuk menyediakan sumber makanan tetapi kini aktiviti ini dilaksanakan secara intensif dan besar-besaran di kebanyakan negara membangun di dunia untuk memenuhi permintaan pasaran yang menjana pendapatan yang lumayan dan kadar tukaran asing, menyediakan peluang perkerjaan bagi penduduk tempatan serta meningkatkan pendapatan komuniti luar bandar (Huisman 1989).

3.3 KAEDAH DAN PENGKELASAN AKUAKULTUR

Jenis kolam boleh dikelaskan sebagai ekstensif, separa intensif dan intensif berdasarkan teknik pengurusan, kaedah pemakanan iaitu sumber makanan asli sahaja atau pemberian makanan buatan, pengurusan air, kepadatan kolam, saiz kolam serta unjuran hasil produktiviti (Ang 1990; Menasveta 2000) (Jadual 3.1). Penternakan ekstensif ialah penternakan yang tidak menggunakan makanan buatan (pelet) dan sumber makanan bergantung sepenuhnya kepada sumber semulajadi (Pullin 1993). Manakala penternakan intensif adalah sebaliknya dan ia bertujuan untuk menghasilkan kuantiti ikan yang maksimum di dalam air yang minimum (Huet 1995; Bailey 1988).

JADUAL 3.1 Perbezaan sistem penternakan udang harimau

Ciri	Tradisional	Ekstensif	Semi Intensif	Intensif
Saiz kolam (ha)	1-20	1-10	1-2	0.1-1
Dalam kolam (m)	0.5-1.0	1.5-1.0	1.0-2.0	1.0-1.5
Tinggi kolam	Pasang surut	Pasang surut	Pasang surut	Atas air pasang
Pengurusan air	Air pasang	Air pasang, pam	Pam, air pasang pengudaraan	Pam dan pengudaraan
Parit	Tanah	Tanah	Tanah atau riprap	Riprap konkrit
Kepadatan stok	<1/m ²	>1-3/m ²	>3-10/m ²	10-30/m ²
Sumber benih	Liar	Liar/pembenihan	Pembenihan	Pembenihan
Makanan	Sumber asli	Sumber asli dan makanan tambahan (jika perlu)	Sumber asli dan makanan tambahan	Makanan artifisial
Jangka masa (bulan)	4-6	4-5	3.5-4	3.5-4
No hasil/thn	1.5-2	2	2-2.5	2-2.5
Kadar hidup (%)	50-60	60-80	70-90	70-90
Hasil tuai (g)	40	40	31-40	30-35
Pengeluaran kg/ha/tahun	350-600	500-1000	800-1500	3000-4000
Pengeluaran (MT/ha/tahun)	0.1-0.5	0.6-1.5	2-6	7-15

Sumber: Primavera 1992; Macintosh 1987

Teknologi akuakultur memerlukan persiapan infrastruktur dan teknologi pengendalian yang baik. Antara perkara yang penting adalah pemilikan tapak kolam udang, bekalan induk, tempat penetasan, pengolahan, pengurusan air, sistem ternakan larva, makanan, pencegahan penyakit, rekabentuk kolam, sistem ternakan, prosedur pengurusan kolam dan penyimpanan hasil kolam. Sommani (1982) dalam kajiannya di Thailand mendapati masalah utama penternakan udang ialah teknik pembenihan, operasi pengambilan hasil bagi mencapai mutu yang tinggi dan masalah pemangsa.

3.4 BIOLOGI UDANG HARIMAU

Udang harimau *Penaeus monodon fabricus* adalah udang yang paling besar daripada kumpulan *Penaeus* dan ia sejenis udang laut (Ong 1977; Herman & Rina 1989). Kedudukan taksonomi udang harimau adalah seperti dalam Jadual 3.2 di bawah.

JADUAL 3.2 Hirarki biologi famili udang harimau

Crustacea order	Decapoda
Suborder	Natantia
Infraorder	Penaeidae
Superfamili	Penaeoidea
Famili	Penaeidae

Sumber: Dore dan Frimodt 1987

Spesies ini telah mula direkodkan sejak 1798 (Burukovskii 1985; Holthuis 1980). Sinonim udang harimau yang telah ditemui ialah *Penaeus carinatos* Dana, 1852; *Penaeus tahitensis* Heller, 1862; *Penaeus semisulcatus exsulcatus* Hilgendorf, 1979; *Penaeus coeruleus* Stebbing, 1905; *Penaeus bubulus* Kubo, 1949; *Penaeus monodon monodon* Burkenroad, 1959 (Holthuis 1980).

Terdapat lebih daripada 10 spesies udang laut yang ditenak secara komersial di dalam kolam di seluruh dunia. Udang harimau merupakan spesies udang air payau/masin yang paling banyak dikultur di Malaysia dan negara tropika yang lain. Benih udang harimau diperolehi daripada induk liar di pesisir pantai Malaysia. Ia adalah antara spesies udang komersial yang penting dan mempunyai nilai pasaran yang tinggi (Chua 1978; Lovett 1981). Ia mewakili hampir 70 peratus daripada pengeluaran udang ternakan di seluruh dunia (Jabatan Perikanan Malaysia 1999). Spesies ini tahan lasak dan mempunyai kadar pertumbuhan yang lebih cepat berbanding spesies lain. Di Indonesia pula udang harimau menjadi komoditi ternakan utama kerana pasaran dan nilai eksport serta sifat biologi udang yang cepat membesar (Bambang 1989). Udang harimau dipasarkan selepas ditenak selama 3 hingga 4 bulan iaitu sekitar 120 hari. Selain itu, udang ini juga mempunyai keupayaan yang tinggi untuk menyesuaikan diri yang tinggi terhadap perubahan saliniti air yang lazimnya berlaku dalam kolam udang.

Ternakan udang harimau di Malaysia mulai berkembang sebagai industri akuakultur pada tahun 1980an akibat pengaruh kejayaan negara jiran. Jumlah keluasan kolam udang di Malaysia hanyalah sekitar 2 500 hektar berbanding Thailand yang mempunyai 60 000 hektar kolam udang serta Indonesia yang mempunyai 200 000 hektar kolam (Jabatan Perikanan Malaysia 1999).

Pada tahun 1997 terdapat seramai 931 orang penternak udang di Malaysia, 785 orang di Semenanjung dan selebihnya di Sabah dan Sarawak. Keluasan kolam ternakan udang harimau di Malaysia pada 1997 berjumlah 5 910 hektar dengan pengeluaran sekitar 9 515 tan metrik (Jadual 3.3). Jabatan Perikanan mengkelaskan ladang ternakan udang harimau berdasarkan keluasan seperti berikut: kecil (kurang dari 2.0 hektar), sederhana (2-10 hektar) dan besar (lebih 10 hektar) (Jabatan Perikanan Malaysia 1999).

JADUAL 3.3 Status industri ternakan udang dari 1990-97 di Malaysia

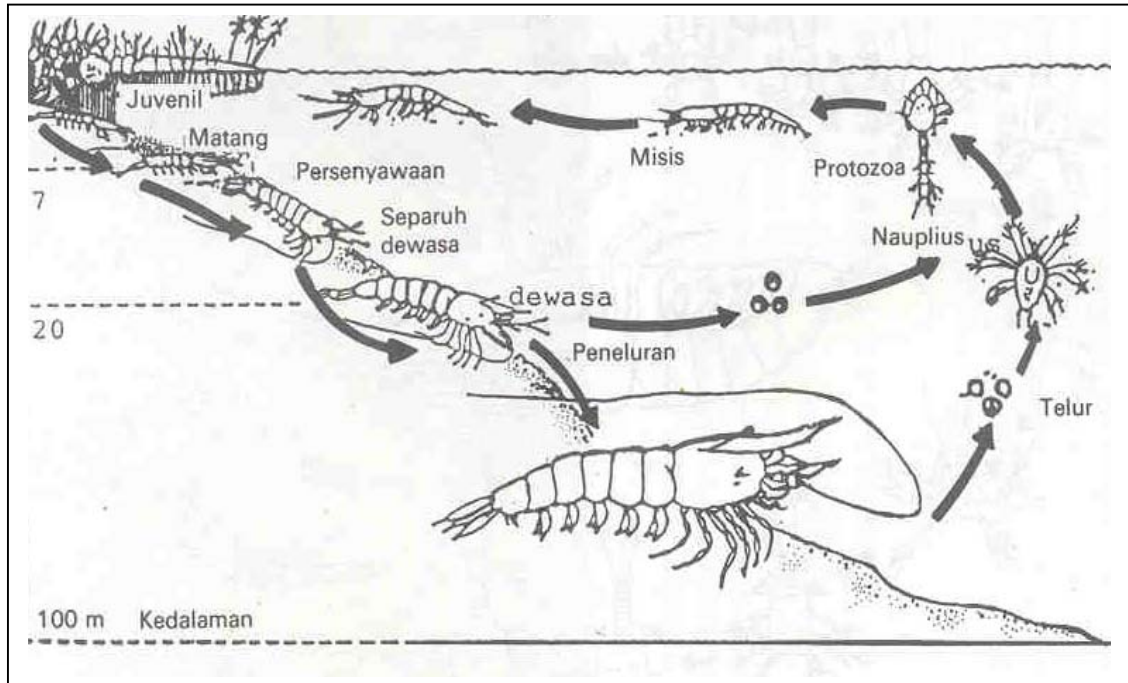
Tahun	Keluasan (hektar)	Bil. Penternak	Bil. Kolam	Pengeluaran	Produktiviti (tan/hektar)
1990	1,554.94	594	2050	2,339.78	1.51
1991	1,631.46	589	1912	3,057.04	1.87
1992	1,702.91	646	2434	2,959.63	1.74
1993	1,877.82	752	1947	4,601.43	2.45
1994	2,447.34	787	3285	5,858.74	2.39
1995	2,623.44	1,010	3669	6,778.56	2.58
1996	2,958.08	791	4218	7,748.24	2.62
1997	5,910.00	931	5533	10,385.00	1.77

Sumber: Jabatan Perikanan Malaysia 1999

Sebilangan besar penternak udang harimau mengamalkan pengurusan ternakan secara sistem terbuka iaitu penukaran air setiap hari atau 2 hari sekali walaupun keadaan lingkungan atau persekitaran tidak menggalakkan sistem tersebut. Pepejal terampai tidak diurus dengan baik sehingga menyebabkan dasar kolam yang kotor dan bahan kotoran tersebar meluas di merata dasar kolam. Akibat pengurusan yang tidak mesra alam ini penternak menghadapi berbagai masalah penyakit dan ini mengundang kepada kemerosotan kualiti alam sekitar dan produktiviti kolam merosot (Jabatan Perikanan Malaysia 1999).

Udang dewasa akan menjadi cepat matang sekiranya tangkai matanya dipotong (Lokman 1992). Teknik penghasilan telur di mana satu tangkai mata induk betina dibuang (dipisahkan secara pembedahan atau pelecuhan) bertujuan untuk mengasingkan sejenis hormon dan bebola mata yang menghalang kematangan ovari. Walau bagaimanapun pencapaian teknik ini adalah sederhana sahaja disebabkan kadar fekunditi dan penetasan yang kadang tidak memuaskan. Setiap seekor induk betina boleh menghasilkan sehingga sejuta biji telur. Telur akan menetas dalam masa 14 jam pada suhu 38°C (Lokman 1988). Secara amnya udang harimau mengawan dan bertelur di laut dalam. Udang betina akan menjalani proses persenyawaan oleh udang jantan semasa proses penyalinan kulit dan telur akan keluar sebaik sahaja kulit udang betina menjadi keras (Lokman 1988; Che Mah 1996). Telur akan dilepaskan ke laut dan ia akan terapung di permukaan laut. Bentuknya hampir bulat dan berukuran diameter sekitar 0.25-0.27 mm (Chen 1976).

Setelah terapung sekitar 12-15 jam telur akan menetas (Che Mah 1996) menjadi larva peringkat pertama yang dikenali sebagai nauplius, selama 48 jam ia akan dibawa arus laut. Kemudian berubah menjadi larva peringkat kedua iaitu zoea dan bentuknya memanjang. Tahap ini berlangsung selama 120 jam dan berganti kulit. Peringkat seterusnya ialah larva peringkat ketiga iaitu mysis dan akhirnya peringkat keempat iaitu post larva di mana bentuknya berubah berbentuk seperti udang, peringkat ini berlaku selama 96 jam dan setiap 32 jam ia akan berganti kulit. Post larva akan berkembang menjadi anak udang (juvenil). Mulai dari nauplius sampai kepada tahap post larva, udang harimau masih bersifat pelagis, iaitu hidup terapung mengikut pergerakan arus laut (Rajah 3.1). Larva akan mengalami beberapa tahap perubahan bentuk dan berganti kulit sebanyak 6 kali. Pada umur ini udang mulai berenang ke pantai hingga ke muara sungai untuk mencari lingkungan yang sesuai dan terdapat banyak makanan. Sejak umur juvenil udang harimau sudah bersifat demersal iaitu hidup di dasar lautan dan menjelang dewasa ia akan kembali ke laut semula (Herman & Rina 1989; Bambang 1989).



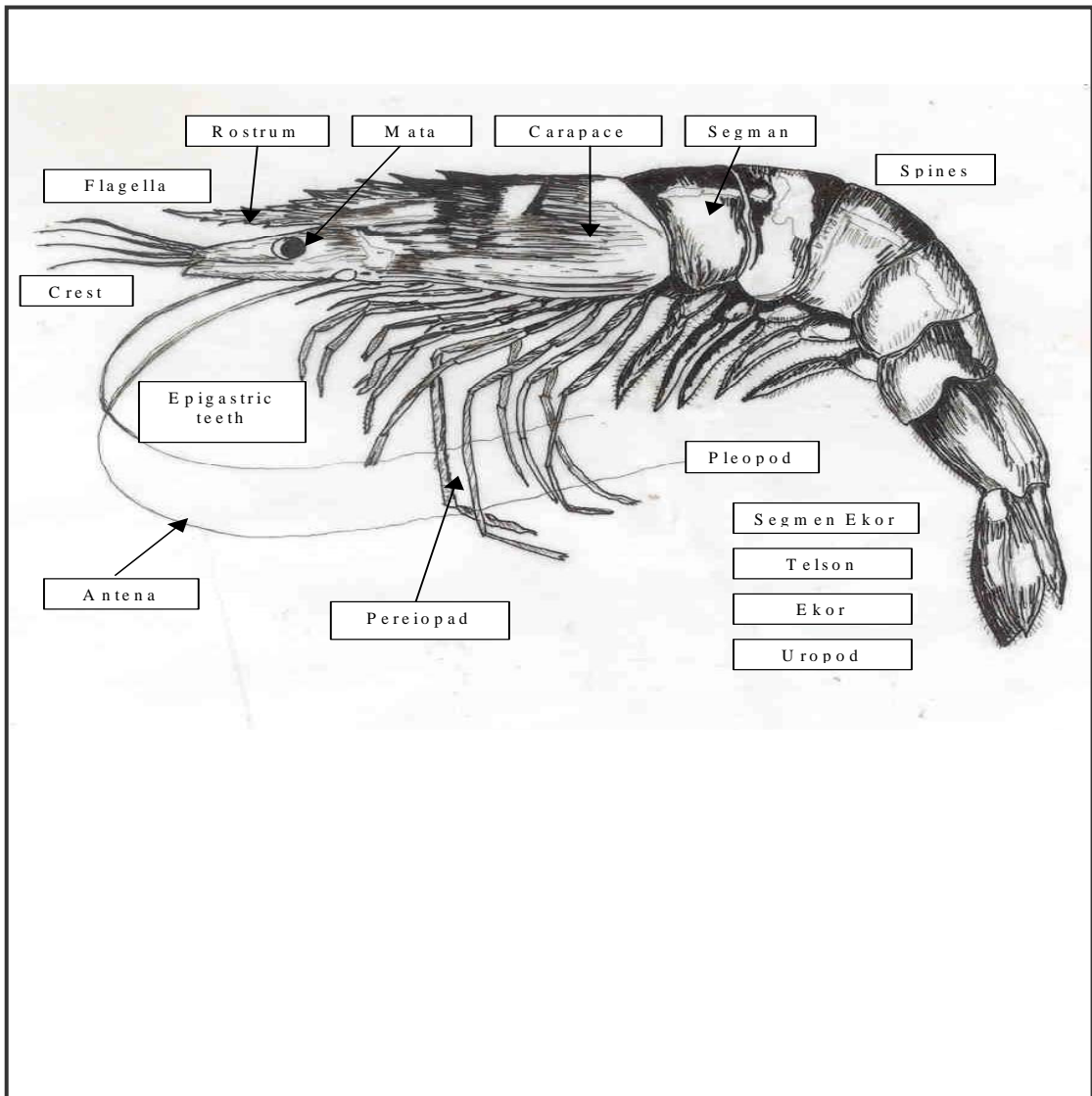
RAJAH 3.1 Kitar hayat udang harimau

Sumber: Lokman 1992

Udang harimau (*Penaeus monodon*) adalah daripada famili Penaeidae. Saiz udang harimau mencapai 330 mm atau lebih 13 inci dan ia merupakan udang komersial yang paling besar di pasaran (Dore & Frimodt 1987). Berat lazim adalah sekitar 60-130 gram (Holthuis 1980). Ciri-ciri fizikal ialah berkulit badan yang keras, berwarna kelabu tua dan hijau kebiru-biruan, belang biru pada segmen abdomen, antena berbelang merah muda bercampur biru (Bambang 1989; Lovett 1981; Chua 1978).

Badan udang harimau sama seperti Crustacea lain terbahagi kepada dua bahagian iaitu pertama sefalotoraks dan toraks kedua abdomen. Keseluruhan badan diliputi kulit keras daripada bahan kitin. Bahagian kepala memanjang dan meruncing serta taji kepala bergerigi disebut sebagai kerucut kepala atau *rostrum*. Badan serta dada ditutupi kulit yang disebut sebagai karapas (Rajah 3.2). Di bawah pangkal kerucut kepala tersembul mata yang bertangkai. Mulut terletak di bahagian bawah kepala, antara mandibel rahang manakala insang terletak di sisi kanan dan kiri kepala, tertutup oleh kelopak kepala. Pada abdomen pula, terdapat kaki untuk berenang (*pleopoda*). Kaki keenam berperanan sebagai sirip ekor (*uropoda*). Hujung ruas abdomen mengarah ke belakang untuk membentuk hujung ekor (*telson*). Di bawah telson ini terdapat dubur. Pada sefalotoraks terdapat apendek yang berpasangan, seperti sesungut kecil (*antennula*), sirip kepala (*skapocerit*), sesungut besar (*antenna*), rahang (*mandibula*) alat pembantu rahang (*maksila*), tiga pasang alat pembantu rahang (*maksiliped*) dan tiga pasang kaki untuk berjalan (*pereiopoda*) (Bambang 1989).

Udang adalah spesies diosius iaitu jantina berasingan dan dapat dibezakan di antara jantan dan betina. Udang harimau jantan mempunyai kepala yang lebih besar berbanding badan manakala udang betina mempunyai saiz kepala dan badan yang sama. Penyepit udang boleh didapati pada pasangan kaki (*pereiopod*) yang kedua. Lazimnya penyepit udang jantan lebih besar daripada penyepit udang betina. Kedudukan genitalia udang jantan terletak pada pasangan *pereiopod* yang kelima dan bagi udang betina pula ia terletak pada pasangan *pereiopod* yang ketiga. Apendiks muskulina bagi udang jantan boleh didapati pada pasangan kaki renang (*pleopod*) yang kedua dan ini tidak terdapat pada udang betina. Apendiks muskulina ialah struktur sistem genital di luar untuk sistem reproduktif. Ovari udang betina terdapat dibahagian ventral sefalotoraks, ia berwarna hijau ketika muda dan berwarna oren apabila matang.



RAJAH 3.2 Morfologi udang harimau dewasa

Sumber: Dore & Frimodt 1987

3.5 PEMILIHAN TAPAK KOLAM DAN KUALITI AIR

Pemilihan tapak kolam sangat penting kerana kejayaan operasi ternakan bergantung kepada keadaan dan kesesuaian tapak yang dipilih. Perkara penting yang patut dipertimbangkan ialah sumber air, mutu air, kesesuaian tanah, bentuk muka bumi dan tumbuhan yang terdapat di atas tapak yang dipilih.

Sifat-sifat kimia air merupakan perkara yang paling penting dalam penternakan udang harimau. Berikut adalah faktor-faktor kimia air yang patut diambil kira bagi menentukan mutu sumber air untuk ternakan mengikut garis panduan Jabatan Perikanan Malaysia (1999):

- 1) Air boleh wujud bentuk masam, kelat atau biasa. Ukuran berjulat antara 0-14 digunakan untuk menentukan status pH. Nilai pH 7.5-8.5 merupakan julat yang paling baik, nilai lebih dari 7 bersifat alkali (kelat) dan nilai kurang dari 7 bersifat asid.
- 2) Saliniti pula adalah antara 15-25 ppt yang dianggap optima untuk ternakan udang harimau. Ini bermakna kawasan yang paling sesuai ialah muara sungai iaitu pertemuan air tawar dari sungai dengan air laut.
- 3) Oksigen terlarut- ikan dan organisma akuatik mendapatkan udara dari oksigen terlarut dalam air memandangkan permukaan air selalunya terdedah kepada udara, maka oksigen di udara mudah terlarut ke dalam air dan kegiatan fotosintesis oleh tumbuhan dan alga meninggalkan oksigen terlarut dalam air. Kolam biasanya mengandungi oksigen terlarut yang mencukupi bagi keperluan ikan, tetapi apabila tumbuhan air dan plankton banyak didapati di dalam kolam, maka paras oksigen terlarut mengalami perubahan dan kadang kala mencapai paras bahaya terutama sekali pada waktu pagi. Oksigen terlarut juga mengalami penurunan apabila dicemari oleh bahan organik.
- 4) Larutan zat makanan tumbuhan- fosfat dan nitrat penting dibekalkan untuk mendapatkan hasil kolam yang tinggi. Sumber larutan zat makanan (mineral) tumbuhan adalah dari tanah substrat sekeliling kolam dan kadarnya berbeza-beza dari semasa ke

semasa. Kekurangan mineral boleh menurunkan kesuburan air dan boleh menjejaskan pengeluaran hasil kolam. Paras fosfat yang sesuai untuk ternakan ikan ialah antara 0.2-0.4 ppm dan nitrat pula antara 0.06-0.9 ppm.

Berikut adalah faktor-faktor fizikal air air yang patut diambil kira bagi menentukan mutu sumber air untuk ternakan mengikut garis panduan Jabatan Perikanan Malaysia (1999):

- 1) Suhu - julatnya berbeza dari semasa ke semasa, dari musim ke musim dan pada lokasi yang berlainan.
- 2) Kekeruhan - parameter ini boleh diukur melalui penentuan ketelusan cahaya matahari menembusi ruang air dalam kolam. Ia dipengaruhi oleh jumlah beban terampai atau kandungan plankton dalam air. Kekeruhan dianggap sederhana apabila alat pengukur cakera sechi diturunkan ke dalam air dan tidak kelihatan pada jarak 37cm.
- 3) Warna - air yang berwarna perang menandakan sifat asidik dan air yang berwarna kehitaman menandakan proses penguraian anaerobik dalam air. Warna hijau yang kadang kala berlaku menandakan pertumbuhan alga yang giat.

3.6 PENGURUSAN KOLAM TERNAKAN UDANG HARIMAU

Pengurusan kolam adalah penting bagi meningkatkan pengeluaran udang dalam kolam. Terdapat tiga jenis sistem ternakan iaitu intensif, semi intensif dan ekstensif. Ia berdasarkan kepada jumlah udang yang dimasukkan ke dalam sukatan isipadu air tertentu dan beberapa faktor lain. Pengurusan kolam meliputi aktiviti seperti melepaskan benih udang, pemberian makan, pembajaan, pengawalan mutu air, penyiasatan keadaan kolam, organisma ternakan dan catatan kemajuan.

- 1) Melepaskan udang- bererti memasukkan udang ke dalam kolam dan kepadatan pelepasan ialah jumlah udang yang boleh dimasukkan ke dalam seunit isipadu/persegi air, kepadatan pelepasan bergantung kepada jenis udang, saiz, umur, dan isipadu air. Oleh yang

demikian, kadar pelepasan adalah bilangan atau peratus udang dalam kolam. Kadar pelepasan untuk satu hektar kolam udang ialah 120 000 ekor.

2) Penentuan parameter mutu air- mutu air harus dikaji dan diperbaiki untuk mengelakkan kematian udang dan untuk menentukan tumbesaran udang tidak terjejas. Jabatan Perikanan Malaysia (1985) menggariskan beberapa aspek penting pengurusan kualiti air kolam udang iaitu;

i) Oksigen terlarut: kandungan oksigen terlarut yang minimum untuk penternakan udang adalah antara 3-5 mg/L. Kandungan oksigen di dalam air adalah kurang atau rendah pada waktu pagi kerana kurangnya percampuran air paras bawah dan paras air, keaktifan proses pereputan dan ketiadaan proses fotosintesis. Kandungan oksigen dalam kolam adalah penting dan langkah yang harus dilakukan untuk memenuhi keperluan ini ialah penggunaan alat pengudaraan atau mesin pengocak air.

ii) Permintaan oksigen biokimia (BOD): ia adalah satu keadaan bagi menentukan kandungan oksigen yang telah digunakan bagi tujuan proses-proses biologi seperti pernafasan dan pereputan. Ianya dibuat dengan menentukan kandungan oksigen di dalam air. Purata BOD didalam air kolam yang digunakan bagi ternakan secara besar-besaran merangkumi daripada 0.12mg/L/jam kepada 0.71mg/L/jam kepada 0.33 mg/L/jam. Kiraan BOD bergantung kepada suhu, kandungan plankton dan kandungan bahan organik. Apabila BOD meningkat, kandungan oksigen menurun. Paras BOD mestilah diawasi selalu bagi mengelakkan kematian udang.

iii) Kealkalian: keasidan sebanyak 25mg/L adalah dikehendaki bagi pembesaran udang. Kekelatan (alkali) air yang rendah menunjukkan kolam tersebut tidak subur dan ini boleh diperbaiki dengan mengapur dan membaja.

iv) pH: kadar pH yang sesuai untuk penternakan udang ialah 6.5-8.3. Air yang mempunyai nilai pH yang lebih dari 9.5 adalah tidak sesuai dan jika nilai pH yang kurang dari 4 juga boleh membunuh udang. Nilai pH yang tinggi dan rendah boleh menghentikan kadar pertumbuhan, pembesaran dan menyebabkan udang mati. Nilai pH yang rendah boleh

dikawal dengan menggunakan kapur. Bagi kolam yang tinggi nilai pHnya, air kolam perlu dikeringkan dan diisi dengan air yang baru.

v) Nitrat (NO_3) nitrit (NO_2) dan ammonia (NH_3): sedikit campuran ini diperlukan dalam kandungan air. Namun begitu, kandungan ammonia yang tinggi adalah membahayakan udang, manakala kandungan nitrat dan nitrit yang tinggi boleh menggalakkan pertumbuhan rumpai di mana ini akan menghasilkan BOD yang tinggi dan ia hanya dapat diatasi dengan mengisi air baru dalam kolam.

vi) Warna: jika air terlalu jernih ia menandakan kurangnya bahan makanan semulajadi dalam kolam dan kurang pembajaan. Manakala pereputan bahan organik mengakibatkan air menjadi hijau dan hijau tua menandakan pertumbuhan alga yang banyak.

vii) Suhu: kadar suhu yang tinggi boleh menyebabkan kematian manakala suhu yang rendah mengganggu tumbesaran. Kadar suhu yang bersesuaian ialah antara 25°C hingga 30°C .

viii) Kekeruhan: Ia disebabkan oleh partikel tanah atau alga yang terapung-apung di dalam air. Ini akan mengurangkan penembusan cahaya dan ini mengganggu pertumbuhan fitoplankton. Kekeruhan boleh diukur dengan menggunakan cakera secchi.

ix) Pemeriksaan harian: ia penting bagi kolam yang banyak dibaja terutamanya pemeriksaan di waktu pagi, kolam yang banyak dibaja boleh mengakibatkan kurang oksigen di waktu pagi dan udang akan kelihatan tercungap-cungap di permukaan air dan mengocak air. Langkah yang boleh dilakukan ialah menukar air dan mengadakan pengudaraan yang lebih baik.

x) Pemberian makanan: makanan diberi kepada udang mengikut keperluan, lazimnya bergantung kepada umur udang. Udang kecil diberi makanan yang khusus dan kekerapan pemberian makanan adalah lebih tinggi berbanding dengan udang dewasa.

3.7 PENGELOLAAN DAN PENGATURAN AIR

Kualiti dan kuantiti air merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan tumbesaran serta hasil pengeluaran udang harimau (Silvestre & Palma 1990). Terdapat beberapa parameter kualiti air yang perlu dimonitor dalam kegiatan penternakan udang secara intensif iaitu saliniti, kekeruhan, warna air, ammonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S) dan nitrit (NO_2). Enam parameter ini perlu dimonitor setiap hari. Ammonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S) dan nitrit (NO_2) lebih penting dan utama dipantau sebelum udang diberi makanan (Herman & Rina 1989).

Udang harimau masih boleh hidup pada kitaran saliniti 45 % tapi kadar saliniti yang baik untuk pertumbuhan udang ini adalah 25 %. Kegiatan penternakan udang harimau selama 4 bulan mampu memberikan pengeluaran yang baik apabila kadar saliniti kolam adalah seperti Jadual 3.4 berikut:

JADUAL 3.4 Kadar saliniti air kolam

Umur udang (bulan)	Kadar saliniti (%)
1	20-25
2	15-20
3	15-18
4	20-28

Sumber: Herman & Rina 1989

Kolam yang bersaliniti tinggi ialah pada kadar sekitar 26-35 ppm, kolam bersaliniti menengah pada julat 11-25 ppm dan kolam bersaliniti rendah berkadar saliniti pada julat 3-10 ppm. Pengukuran boleh dilakukan dengan alat yang disebut salinometer (Bambang 1989).

Suhu memainkan peranan penting dalam menentukan kadar kehidupan dan tumbesaran udang. Udang harimau mampu hidup pada julat suhu 18 °C hingga 35 °C, namun suhu terbaik ialah 29 °C. Bila suhu di bawah 18 °C, biasanya udang kurang selera makan dan jika suhu di bawah 12 °C akan mengakibatkan kematian. Kuantiti air kolam perlu ditambah pada musim kemarau untuk mengelakkan suhu terlalu panas (Herman & Rina 1989).

Kadar kandungan oksigen yang rendah dalam air akan mempengaruhi fungsi biologi dan melambatkan kadar pertumbuhan udang. Kadar minimum kandungan oksigen adalah 2.5 ppm. Penurunan kadar oksigen dalam air sering terjadi pada waktu malam kerana peningkatan jumlah plankton dan aktiviti tumbesaran dan pernafasan udang. Perkara ini dapat dikesan apabila terjadi simptom udang tercungap-cungap di permukaan air dan kincir harus digunakan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air (Herman & Rina 1989).

Kadar normal pH air untuk udang ialah pada julat 7 - 8. Jika pH air melebihi 8.5 maka ia tidak sesuai untuk anak udang. Jika pH air meningkat melebihi 9 akan mengakibatkan pertumbuhan plankton yang pesat dan mengganggu kehidupan udang. Kadar pH yang baik untuk pertumbuhan udang semasa peliharaan adalah seperti dalam Jadual 3.5.

JADUAL 3.5 Nilai pH dan saiz udang

Saiz udang (g/ekor)	pH
0.01-15	7.9-8.3
20-30	7.7-8.2
> 30	7.7-8.0

Sumber: Herman & Rina 1989

Darjah kemasaman air kolam dapat diukur dengan menggunakan alat pH meter. Pengukuran parameter ini adalah sangat penting untuk mengawal penggunaan baja dan pemakanan. Julat antara 6.8 hingga 7.5 kolam masih tergolong dalam kumpulan yang normal. Namun bila pH terlalu tinggi, maka aktiviti penternakan harus dihentikan. Air yang alkali dapat mempercepatkan proses penguraian bahan organik menjadi garam mineral misalnya nitrat, amonia dan fosfat. Dengan demikian, ianya mudah diserap sebagai makanan oleh tumbuhan renik (Bambang 1989).

Pemberian makanan yang keterlaluan iaitu dalam kuantiti yang banyak akan menyebabkan sisa makanan terhasil dalam kolam dan ini mempengaruhi kualiti air. Penggantian air kolam dilakukan setiap hari terutamanya setelah udang berumur sebulan. Penggantian air kali pertama dilakukan mengikut kualiti air dan keupayaan udang. Sebaiknya ketika udang berumur sebulan kerana udang telah cukup kuat melawan arus dan tidak mudah hanyut terbawa ke pintu keluar. Kadar penggantian air semasa pemeliharaan adalah seperti Jadual 3.6.

JADUAL 3.6 Penggantian air semasa pemeliharaan

Bulan	Ganti air/ hari (%)
1	10-15
2	15-20
3	25-35
4	40-50

Sumber: Herman & Rina 1989

Penggunaan kincir air diperlukan untuk penternakan secara intensif kerana kepadatan udang yang tinggi memerlukan lebih banyak oksigen dalam air. Jumlah kincir yang diperlukan sekitar 6-8 buah dan beroperasi selama 8 hingga 15 jam sehari.

3.8 REKABENTUK LADANG TERNAKAN

Rekabentuk ladang hendaklah berdasarkan kepada sistem ternakan yang akan dilaksanakan pada lokasi yang dicadangkan.

3.8.1 Rekabentuk asas

Sebahagian dari tapak perlu dikhususkan untuk kemudahan pengurusan seperti kediaman pemilik dan kakitangan, pejabat, stor dan bengkel. Petugas perlu sentiasa berada di kawasan ladang untuk pengawasan pemakanan, pertukaran air dan mengawal keselamatan. Projek besar mampu menyediakan sebuah makmal kecil untuk pemeriksaan sampel udang dan penganalisan air. Stor diperlukan untuk penyimpanan baja, kapur, makanan udang, peralatan ternakan dan sebagainya. Bengkel pula adalah untuk kerja pembaikan kecil.

3.8.2 Sistem ternakan

Rekabentuk sistem ternakan adalah bersesuaian dengan keadaan persekitaran tapak kolam. Pada dasarnya, terdapat tiga sistem ternakan yang diamalkan di Malaysia yang mempunyai ciri ternakan tersendiri iaitu:

a) Sistem terbuka

Sistem terbuka adalah suatu sistem di mana pertukaran air dilakukan setiap hari. Ianya terdiri daripada kolam takungan air, kolam ternakan, kolam rawatan air buangan dan tempat buangan bahan kotoran yang terkumpul pada dasar kolam selepas tangkapan.

Sistem terbuka hanya sesuai pada keadaan seperti berikut:

- i) kawasan yang mempunyai air yang banyak dan bermutu tinggi
- ii) kawasan yang tidak padat dengan kolam udang
- iii) kawasan yang tidak sering diserang penyakit

Kolam takungan meliputi 10-15% daripada kawasan penternakan. Ianya terdiri daripada berbagai bentuk dan hanya satu kolam takungan perlu dibina. Kolam takungan pada sistem terbuka juga merupakan kolam rawatan, iaitu untuk merawat air sebelum dialirkan ke kolam ternakan. Kolam takungan ini perlu dibina lebih tinggi dari kolam ternakan supaya air dalam kolam takungan dapat dialirkan secara graviti ke kolam ternakan tanpa menggunakan pam.

Kolam udang dalam sistem terbuka meliputi 80-90 % daripada kawasan kolam. Bentuk kolam mestilah empat persegi supaya ternakan dapat diurus dengan baik dan lebih efisien. Saiz optima setiap kolam adalah sekitar 0.5 hektar. Kolam efluen atau kolam rawatan air buangan adalah sangat penting untuk merawat air buangan dari kolam ternakan sebelum air tersebut dilepaskan ke sungai atau laut. Kolam efluen ini meliputi 5-10 % daripada kawasan kolam dan sebaiknya dibina lebih rendah dari kolam ternakan. Parit yang digunakan sebagai saluran buangan air juga boleh digunakan sebagai kolam efluen. Tempat atau kolam buangan kotoran meliputi 1% dari kawasan kolam. Ia adalah bertujuan untuk menampung kotoran dari kolam ternakan selepas setiap pusingan ternakan. Tempat ini terdiri dari beberapa kolam kecil yang dibina di antara dua kolam ternakan atau satu tempat tertentu di kawasan kolam.

b) Sistem edaran semula

Pada dasarnya sistem ini dibahagikan kepada dua iaitu edaran semula separa (partial recirculation system) dan sistem edaran semula sepenuhnya (full recirculation system).

Infrastruktur untuk kedua sistem tersebut adalah sama tetapi yang berbeza adalah pengurusannya. Komponen infrastruktur terdiri daripada kolam takungan, kolam ternakan, kolam mendapan, kolam rawatan dan kolam buangan kotoran.

Sistem edaran semula boleh dilaksanakan di kawasan seperti berikut:

- i) Kawasan yang menghadapi masalah bekalan air, terutamanya mutu air yang rendah dan sistem pembuangan air yang tidak baik.
- ii) Kawasan yang mempunyai banyak kolam ternakan.
- iv) Kawasan yang selalu diserang penyakit yang disebabkan oleh virus dan bakteria.

Kolam takungan meliputi lebih kurang 15% daripada kolam bagi sistem edaran semula separa. Ianya perlu dibina pada paras yang lebih tinggi dari kolam ternakan antara 30-50 cm. Sistem edaran semula penuh pula terdiri daripada kolam takungan meliputi lebih kurang 20% jumlah kawasan kolam. Kolam takungan boleh terdiri berbagai bentuk yang disesuaikan dengan kawasan setempat.

Kolam ternakan meliputi 60-75% jumlah kawasan kolam, berbentuk empat segi berukuran 0.5 hektar setiap kolam. Ia perlu dibina pada paras yang lebih rendah dari kolam takungan dan lebih tinggi dari kolam mendapan dan rawatan. Perbezaan paras ketinggian kolam tersebut perlu diambilkira untuk mengurangkan kos mengepam air dari satu kolam ke kolam yang lain.

Kolam mendapan bagi sistem edaran semula separa meliputi lebih kurang 5% kawasan kolam berbanding lebih kurang 10% bagi sistem kitaran sepenuhnya. Kolam ini boleh dibina berbagai bentuk dan perlu ditempatkan lebih rendah dari kolam ternakan supaya air dari kolam ternakan dapat mengalir dengan mudah mengalir masuk mengikut graviti. Sebaiknya, kolam dibina lebih dalam supaya dapat menampung lebih banyak air dan dapat diendapkan lebih lama. Beberapa perubahan pada saluran keluar air harus dilakukan sebagai kolam mendapan bagi projek kolam yang sedia ada.

Kolam rawatan meliputi lebih kurang 5% bagi sistem separa kitaran dan lebih kurang 10% bagi sistem kitaran sepenuhnya. Kolam ini boleh terdiri dari berbagai bentuk

dan disesuaikan dengan ternakan rumpai air dan kupang dan kolam takungan juga boleh digunakan sebagai kolam rawatan untuk kawasan yang terhad. Tempat pembuangan kotoran memerlukan 1% dari jumlah kawasan kolam supaya pengurusan dapat dilakukan dengan baik. Sisa kotoran pada dasar kolam selepas tangkapan juga boleh diangkut ke tempat lain menggunakan lori.

c) Sistem tertutup

Komponen sistem tertutup adalah sama dengan sistem terbuka iaitu terdiri dari kolam takungan, kolam ternakan, kolam efluen dan tempat pembuangan kotoran. Keluasan, bentuk dan ukuran adalah sama seperti kolam terbuka. Perbezaan terletak pada pengurusan ternakan.

Kesesuaian tempat adalah seperti berikut:

- i) Kawasan yang menghadapi masalah lebih sukar dari sistem a & b di atas.
- ii) Kawasan yang terhad untuk pembinaan kolam seperti sistem kitaran.
- iii) Kawasan kolam yang tidak mengandungi bahan organik yang tinggi.

Beberapa perkara perlu diberi perhatian semasa pembinaan kolam supaya pengurusan ternakan dapat dijalankan dengan baik dan menjamin perolehan yang tinggi.

- a) Sistem bekalan air - sebahagian besar dari kolam ternakan undang sekarang menggunakan sistem pam, air dapat disalurkan sepanjang masa dan bermutu tinggi (kurang keladak). Kekuatan dan kemampuan pam hendaklah sesuai dengan kadar penggunaan air.
- b) Saluran bekalan air - sistem saluran bekalan air yang baik diperlukan agar kadar yang mencukupi dapat disalurkan ke setiap kolam ternakan sama ada secara graviti atau pam. Saluran bekalan boleh terdiri dari simen konkrit atau paip. Saiz hendaklah disesuaikan dengan keluasan kolam.
- c) Susunan kolam - kedudukan kolam pada sistem ternakan perlu disusun sebaik mungkin agar bekalan dan pembuangan air dapat dijalankan dengan lebih efisien, pengurusan kolam lebih sempurna dan penangkapan undang dapat dilakukan dengan cepat dan cekap.

- d) Ban kolam - ban kolam biasanya terdiri dari tanah. Ia hendaklah mampu menahan tekanan air pada kedalaman lebih 1 meter dan ketinggian ban hendaklah mampu menghalang banjir terutamanya di musim hujan. Lebar atau kecerunan ban selalunya bergantung kepada keadaan tanah. Lebar hendaklah lebih dari satu meter dan kecuraman pula antara 1: 1-15 meter dan pada keadaan tanah yang bercampur pasir pada kecuraman 1: 2 meter.
- e) Saluran air masuk dan keluar - bagi keluasan kolam ternakan bersaiz 0.5 hektar atau lebih kecil, pintu air tidak lagi digunakan kerana ia memerlukan kos pembinaan dan pengurusan yang tinggi. Sebagai ganti paip PVC digunakan pada kadar 3-4 batang dengan keluasan diamter 25-26 cm. Paip PVC juga digunakan bagi bekalan air masuk ke kolam ternakan. Untuk kolam takungan yang luas, pintu air boleh dan sesuai digunakan kerana bekalan air masuk ke kolam takungan biasanya dalam waktu yang singkat berdasarkan kepada pasang surut.
- f) Saluran buangan kolam ternakan - Saluran buangan terdiri dari paip PVC mulai dari bahagian tengah kolam hingga ke kolam mendapan perlu dipasang. Saiz paip yang sesuai adalah dalam lingkungan 75-100 mm diameter. Pada bahagian hujung di tengah kolam, ia boleh terdiri dari satu paip sahaja atau dapat dicabangkan menjadi beberapa paip dan disambungkan ke satu paip keluar. Kotoran yang terkumpul di tengah kolam dapat dikeluarkan melalui paip ini pada bila-bila masa.
- g) Lapisan dasar dan tebing kolam (lining) - pada keadaan tertentu seperti kolam dengan kadar sulfat yang tinggi atau kadar kebocoran yang tinggi dan masalah lain, lapisan kolam pada dasar dan tebing diperlukan. Tanah laterit boleh digunakan untuk tujuan tersebut dan cara ini adalah yang paling murah.

3.9 PERALATAN LADANG

Beberapa peralatan moden yang menggunakan tenaga elektrik diperlukan dalam pelaksanaan aktiviti ternakan udang laut khususnya udang harimau. Peralatan ini digunakan sama ada di peringkat penyediaan kolam hinggalah kepada peringkat penuaian hasil. Peralatan yang terdiri dari motor elektrik dan jentera akan mempercepatkan dan memudahkan aktiviti pengurusan sebelum, semasa dan selepas ternakan.

Pemilihan yang tepat adalah perlu untuk meminimalkan kos pengeluaran hasil. Pembelian dan penggunaan peralatan yang mahal dan tidak begitu diperlukan juga akan menambah kos. Jabatan Perikanan Malaysia (1999) telah mengeluarkan senarai beberapa peralatan yang digunakan dalam perusahaan ternakan udang harimau iaitu:

- 1) Janakuasa - perlu ketika tiada bekalan elektrik atau bekalan terputus.

- 2) Pam air - sangat perlu untuk kerja-kerja pencucian kolam, menambah dan mengurangkan air kolam, membekalkan air ke pusat pengendalian benih dan hasil dan bertindak sebagai alat pengudaraan. Terdapat berbagai jenis pam dan paling sesuai ialah 'propeller pump' dan 'centrifugal pump'. Pam jenis 'propeller' adalah sesuai untuk membekalkan air ke kolam ternakan kerana ia berupaya mengepam isipadu yang besar. Bagaimanapun pam ini tidak berupaya untuk mengepam air ke kawasan yang tinggi dan mampu mengepam air sekitar 4.0 meter. Penggunaan pam yang mempunyai spesifikasi yang besar diperlukan untuk kerja-kerja pencucian terutamanya jika bekalan air jauh. Di samping spesifikasi keupayaan, ketahanan sesebuah pam juga perlu dikira terutamanya keupayaan bertahan dengan air laut.

- 3) Alat pengudaraan - alat ini sangat diperlukan dalam perusahaan ternakan udang. Sistem pengudaraan yang biasa digunakan ialah sistem roda pengayuh, sistem kipas dan jet udara, sistem buih udara dan juga sistem pancutan air.

- 4) Sistem roda pengayuh - pemasangan sistem roda secara menegak akan menyebabkan pergerakan air ke hadapan, kesan kayuhan roda tersebut mewujudkan aliran arus di dalam kolam tersebut. Kedudukan beberapa roda pengayuh yang sesuai menghasilkan aliran arus yang tetap dan ini akan membantu mengumpulkan kekotoran di bahagian tengah kolam ternakan. Jika saluran air keluar ditempatkan di kawasan kotoran, maka alat ini dapat membantu dalam menjamin kebersihan kolam. Percikan air yang halus terhasil melalui rekabentuk pengayuh akan menambah kadar oksigen terlarut. Pemilihan rekabentuk, kuasa kuda dan sumber tenaga (elektrik atau enjin) adalah bergantung kepada keadaan dan keperluan.

- 5) Sistem kipas dan jet udara - prinsip alat ini adalah kipas (propeller) dipusingkan untuk menolak air dan udara disedut di kawasan tekanan rendah di bahagian belakang kipas. Sistem ini juga dapat menggerakkan air tetapi pergerakan adalah lebih rendah jika dibandingkan dengan roda pengayuh.
- 6) Sistem buih udara (aeration) - 'air blower' dan 'air compressor' adalah dua jenis alat yang digunakan untuk sistem ini. Gelembung atau udara dilakukan di dalam air dan sebahagian udara akan terlarut dalam air. Lebih kecil buih lebih banyak udara akan terlarut.
- 7) Sistem pancutan air (water pump) - air dipam dan disembur di permukaan air dengan sudut yang sesuai mengikut kedalaman air dan kekerapan pancutan. Bagaimanapun jika air yang sama digunakan kadar oksigen yang larut adalah kecil.
- 8) Kenderaan pengangkut - traktor adalah pengangkutan paling sesuai di kolam ternakan. Selain daripada digunakan sebagai alat pengangkutan, ia juga boleh digunakan untuk kerja-kerja lain seperti mengepam air dan memusing roda pengayuh di saat kritikal. Ia juga boleh digunakan untuk menabur makanan, memotong rumput dan sebagainya.