

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Udang Galah

2.1.1 Taksonomi dan Morfologi

Sistematika udang galah menurut Cahyono (2011) adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda (hewan tidak bertulang)
Subfilum	: Mandibulata
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Palaemonidae
Genus	: Macrobrachium
Spesies	: <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (Udang Galah)



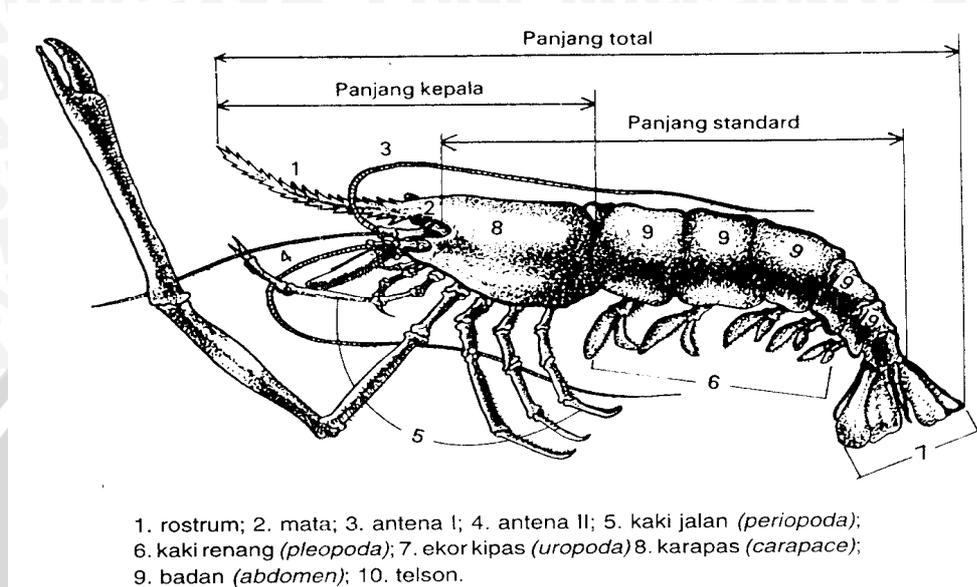
Gambar 1: Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) (Anonymous, 2008^a)

Udang Galah memiliki ciri-ciri yang mudah dibedakan dengan jenis-jenis ikan air tawar lainnya dan ia juga mudah dibedakan dengan jenis-jenis udang laut. Udang Galah memiliki bentuk tubuh bulat panjang sedikit gepeng. Tubuhnya terbagi atas tiga bagian, yakni kepala dan dada yang menyatu (cephalothorax), tubuh atau perut (abdomen), dan ekor (uropoda). Kepala dan dada dibungkus

oleh kulit *chitin* yang keras dan tebal. Kulit yang membungkus kepala dan dada disebut karapas (*carapace*). Tubuh beruas-ruas mulai dari kepala hingga ke perut. Tubuhnya juga terbungkus oleh kulit chitin yang keras dan lebih tipis dari kulit chitin yang membungkus kepala dan dada. Ekor udang juga terbungkus oleh kulit chitin yang keras dan tebal. Dibagian depan kepala terdapat tonjolan karapas yang bergerigi. Tonjolan karapas tersebut dikenal sebagai cucuk kepala (*rostrum*). Udang memiliki sepasang mata yang menonjol dan terletak dibagian bawah pangkal kepala. Udang galah memiliki kaki jalan dan kaki renang, kaki jalan berfungsi sebagai kaki untuk berjalan pada saat berada di dasar perairan maupun pada saat berada di benda-benda lainnya, seperti klekap, dan lain-lain. Sementara itu, kaki renangnya berfungsi sebagai kaki pada saat berenang. Kaki jalan terletak di bagian dada yang berjumlah 6 pasang dan kaki renangnya terletak di bagian perut yang berjumlah 5 pasang. Udang galah juga memiliki sepasang sungut yang berguna sebagai alat peraba pada saat berjalan dan alat untuk mencari makan. Udang galah juga memiliki satu buah sirip, yaitu sirip ekor. (Cahyono, 2011).

M. rosenbergii merupakan spesies yang berukuran paling besar dari genus *Macrobranchium*, panjang total jantan mencapai 320 mm dan betina 250 mm. Warna tubuhnya selalu abu-abu kehijauan sampai kecoklatan, kadang-kadang tampak lebih cerah dan spesimen yang besar lebih gelap (gambar 2). Ada loreng coklat, abu-abu dan coretan keputihan yang kadang-kadang terletak agak memanjang. Punggung rostrum lateral bisa tampil warna merah. Bintik oranye terdapat pada sambungan diantara ruas-ruas (*somites*) abdominal. Antena dan capit sering berwarna biru. Pada bagian dorsal dan lateral *cephalothorax* sepenuhnya dibungkus oleh *carapace* yang keras dan halus, dan ujung anterodorsalnya adalah rostrum. Rostrum spesies ini panjang, melebihi *antennal scale* kecuali spesimen yang sangat besar mungkin agak pendek. Rostrum

ramping dan agak sigmoid, dengan bagian distal kurva agak naik. Bagian dorsal rostrum memiliki 11-14 gerigi dan di bagian bawahnya 8-10 gerigi (New dan Valenti, 2000).



Gambar 2. Morfologi Udang Galah

2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup

Udang Galah hidup dan tersebar di alam di berbagai perairan tawar, misalnya di hulu sungai atau muara-muara sungai, sungai-sungai, rawa-rawa, waduk, saluran irigasi, dan danau. Udang Galah yang berukuran besar maupun kecil mudah ditemukan di perairan tawar tersebut dan mudah ditangkap dengan menggunakan jala (Cahyono, 2011). Beberapa spesies *Macrobrachium* menyukai sungai-sungai jernih, sedang yang lainnya yang termasuk *M. rosenbergii* seringkali terdapat pada kondisi air yang sangat keruh (New dan Singholka, 1985).

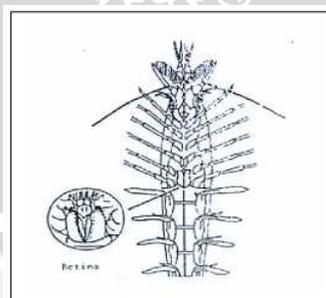
Betina matang bermigrasi ke hilir memasuki muara, kemudian bertelur dan telur menetas menjadi *free-swimming larva*. Kemudian larva-planktonis ini melewati beberapa fase zoea (I-XI), dan bermetamorfosis menjadi *postlarva* (PL) (Ling, 1969). PL atau juvenil memilih cara hidup bentik seperti induknya dan bermigrasi ke hulu atau ke arah air tawar (New dan Valenti, 2000).

Menurut Anonymous (2012^c) Udang Galah mempunyai dua habitat dalam siklus hidupnya. Udang tersebut tumbuh dan menjadi dewasa pada perairan tawar, namun pada fase larva hidup di air payau. Pada fase larva akan mengalami sebelas kali pergantian kulit (moulting) yang diikuti dengan perubahan struktur morfologi, hingga akhirnya bermetamorfosis menjadi juwana (juvenil). Sifat-sifat larva yang umum adalah planktonis, aktif berenang dan tertarik oleh sinar tetapi menjauhi sinar matahari yang terlalu kuat. Cenderung berkelompok pada fase larva dan akan semakin menyebar dan individual serta bentik dengan bertambah umur. Di alam larva udang galah hidup pada salinitas 5-10 permil.

2.1.3 Reproduksi

Menurut Soetarno (2001) dalam Rienristyani (2011), pada individu jantan, ukuran kaki jalan kedua berukuran panjang dan besar menyerupai galah, sedangkan pada betina perbedaan ukuran tersebut tidak terlalu mencolok. Ukuran panjang total udang galah dapat mencapai 320 mm pada jantan dan 250 mm pada udang galah betina.

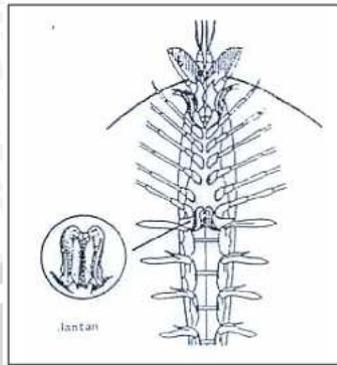
Alat kelamin betina bernama thelicum dan terletak di antara dasar sepasang kaki jalan atau peripoda yang berfungsi untuk menyimpan sperma. Alat kelamin udang betina dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat Kelamin Udang Betina

Alat kelamin jantan bernama petasma dan terletak pada pangkal kaki renang ke-1 (satu) yang berfungsi untuk mentransfer sperma. Alat kelamin udang

jantan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Kelamin Udang Jantan

Menurut Amri dan Khairuman dalam fish blog (2011) Perbedaan Udang

Galah Jantan dan Betina meliputi:

- udang galah jantan
 - bentuk tubuh bagian perut lebih ramping dan ukuran pleuron-nya lebih pendek
 - letak kelamin terdapat di basis pasangan kaki jalan kelima
 - bentuk dan ukuran kaki jalan kedua sangat mencolok besar dan panjang seperti galah
- udang galah betina
 - bagian tubuh melebar dan pleuron-nya agak memanjang
 - alat kelamin terletak di basis pasangan kaki jalan ketiga
 - pasangan kaki jalan kedua lebih kecil dan tidak mencolok



Gambar 5. Induk Udang Galah (A) jantan dan (B) betina

Fungsi endokrin dan fungsi gametogenik golongan crustacea jantan dengan jelas terbagi menjadi dua organ yang berbeda, secara berturut-turut adalah kelenjar androgen (AG) dan testis (Charniaux-Cotton dan Payen, 1988). Dengan demikian, diferensiasi seks dapat dimanipulasi dengan cara “menghilangkan AG (andrektomi) tanpa merusak gonad” dan manipulasi yang demikian itu dapat memainkan suatu peran kunci dalam produksi budidaya monoseks. Pematangan *M. rosenbergii* jantan yang di andrektomi pada tahap perkembangan yang sangat muda, menunjukkan indikasi feminisasi bertaraf tinggi, yang meliputi inisiasi oogenesis dan perkembangan *oviduct* serta *gonopore female* (Nagamine *et al*, 1980). Dari operasi pengangkatan AG juvenil *M. rosenbergii* pada suatu tahap perkembangan awal, dihasilkan *sex reversal* yang sempurna, yang menimbulkan perkembangan betina fungsional mampu kawin dan menghasilkan keturunan. Keturunan jantan-total bisa dihasilkan bila udang *sex-reversed* (atau *neo-female*) dikawinkan dengan jantan normal. Kemudian *neo-female* ini dapat ditawarkan sebagai induk untuk budidaya monoseks (Sagi *et al.*, 1990).

2.1.4 Pertumbuhan dan Moulting

Crustacea secara periodik mengganti eksoskeleton yang lama, sehingga memberikan kesempatan bagi pertumbuhan jaringan somatis. Proses ini dikenal sebagai *moulting* (ekdisis), hal ini merupakan konsekuensi dari peristiwa-peristiwa morfo fisiologis siklis dan ajeg. Secara umum, peristiwa fisiologis siklus ekdisis *Crustacea* menurut Skinner (1985) dalam New dan Valenti (2000), diringkas sebagai berikut:

- **Premoult** (tahap D): kalsium dan bahan-bahan lainnya di-reabsorpsi dari ekso-skeleton-lama sehingga mendorong proses degradasi, dan eksoskeleton baru dibentuk dari bahan-lama itu. Pemisahan

epidermis dari eksoskeleton-lama (*apolisis*) menjadi jelas. Pembesaran sel epidermal juga terjadi.

- **Moult** (tahap E): hewan yang muncul dari eksoskeleton-lama yang disintesis menjadi eksoskeleton-baru yang lembut/lunak. Moulting disertai dengan penyerapan air yang cepat, menghasilkan peningkatan ukuran udang.
- **Postmoult** (tahap A dan B): Deposisi kalsium dan bahan-bahan lainnya menyebabkan pengerasan eksoskeleton.
- **Intermoult** (tahap C): pada periode antar ekdisis, air yang diabsorpsi selama *moulting* secara berangsur-angsur diganti dengan pertumbuhan jaringan, dan cadangan organik serta mineral disimpan.

Sebuah hormon pengatur glukosa pada crustacea disebut *Crustacean Hyperglycemic Hormon* (CHH), dimana memungkinkan untuk memainkan alur penting pada pertumbuhan crustacea. Rangsangan CHH menggerakkan glukosa yang ada pada crustacea dan pada proses tersebut dihasilkan sinyal penting untuk hewan pada saat tersedianya nutrisi (Keller, 1992 *dalam* Hopkins, 2003). Hormon pertumbuhan steroid crustacea (*ecdysteroid*) merupakan pengontrol utama pada pertumbuhan crustacea yang perlu dikembangkan (Chang et al., 1999 *dalam* Hopkins, 2003).

2.2 Perilaku agresif dan Kanibalisme

Teritorialitas, perilaku intra-spesifik-agonistik dan kanibalisme pada udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*), merupakan kondisi perilaku yang dapat menimbulkan masalah besar dalam sistem budidaya intensif. Karena itu, taraf keberhasilan untuk membudidayakan spesies ini, mungkin, pada akhirnya tergantung pada teknik untuk mengurangi atau mengeliminasi sepenuhnya kerugian yang diakibatkan oleh ketiga perilaku ini (Nair *et al*, 1999).

Menurut New dan Valenti (2000), *M. rosenbergii* menunjukkan sifat agresif dan kanibalisme, bila distok dengan kepadatan yang tinggi. Post-larva (PL) dan juvenil rentan terhadap serangan intra-spesifik selama fase *moult* dan *post-moult*. Mungkin, mortalitas merupakan hasil dari kualitas air yang jelek, kanibalisme dan kompetisi ruang dan makanan.

Ada empat mekanisme sosial yang dihipotesakan untuk menekan pertumbuhan crustacea (New dan Valenti, 2000), yakni:

- 1) *Kompetisi makanan secara langsung*: individu agresif dan individu dominan mungkin menghabiskan makanan subordinat (individu-individu kecil).
- 2) *Tekanan selera makan pada individu-individu subordinat*: hasil interaksi antagonistik dalam membangun hirarki ukuran di mana pertumbuhan sub-ordinat kurang cepat bahkan dalam keadaan jumlah makan yang cukup konstan, tetapi jumlah yang dimakan tetap rendah.
- 3) *Efisiensi konversi makanan diturunkan*: individu-individu subordinat kecil mungkin memiliki efisiensi konversi makanan rendah.
- 4) *Aktifitas motor ditingkatkan*: individu-individu subordinat kecil mungkin secara kontinyu ikut bermanuver menghindari untuk lari dari udang dominan, sehingga membutuhkan pengeluaran energi yang tinggi dan akibatnya energi untuk pertumbuhan direduksi

Dalam usaha pendederan dan pembesaran udang galah, keberadaan tempat naungan atau shelter, bagi udang galah sangat penting. Shelter diperlukan untuk persembunyian udang yang sedang moulting, sehingga mampu mengurangi tingkat kanibalisme, dan memperluas area untuk udang menempel. Ketika kadar oksigen terlarut di dasar kolam sangat rendah, shelter juga sangat diperlukan oleh udang. Pada kondisi tersebut, sebagian besar udang akan berada di permukaan shelter yang dekat permukaan air, sehingga udang dapat

memperoleh lingkungan dengan kandungan kadar oksigen terlarut lebih tinggi. Bentuk dan bahan shelter cukup beragam. Umumnya petani menggunakan pelepah daun kelapa atau pohon palem sebagai shelter. Namun demikian, penggunaan shelter dari daun kelapa dan palem dirasa kurang bagus. Bahan tersebut cepat busuk sehingga berpotensi mengotori kolam, mudah tenggelam sampai dasar kolam sehingga akan tertimbun oleh endapan lumpur, serta kurang efektif dalam menyediakan ruang yang nyaman bagi udang yang berganti kulit. Berdasarkan serangkaian penelitian dan pengujian, sekarang telah diperoleh tipe shelter yang optimal dalam pemeliharaan udang galah, yaitu shelter tipe bertingkat atau dikenal sebagai "*appartement shelter*". Menurut Ali, (2004) dalam Anonymous (2012^b), pemeliharaan udang galah di kolam dengan luasan 500 m², yang didalamnya ditempatkan shelter bambu bentuk apartemen, telah berhasil diperoleh hasil panen udang galah sebanyak 350 Kg, dengan size 30. Melalui penempatan shelter bambu bertingkat sebanyak 75 % luasan kolam, maka kepadatan tebar benih juga dapat ditingkatkan hingga mencapai 25 ekor/m². Hasil panen yang diperoleh tersebut tergolong sangat tinggi dibandingkan pada pemeliharaan udang galah dengan bentuk shelter sederhana, dan luas shelter 20% luasan kolam. Menurut Tidwell et al. (2002) dalam Anonymous (2012^b), penempatan naungan buatan pada kolam pemeliharaan udang galah akan mampu meningkatkan padat penebaran, sehingga produksi yang diperoleh juga meningkat.

2.3 Padat Penebaran

Tingkat kepadatan adalah jumlah hewan atau biomass per unit volume (Turnbull, 2010). Sedangkan menurut Mahyudin (2009), padat penebaran benih yaitu banyaknya jumlah ikan yang ditebarkan per satuan luas atau volume. Menurut Jamabo dan Keremah (2009) bahwa agresivitas dan kanibalisme akan meningkat apabila tingkat kepadatan mengalami peningkatan. Tingkat kepadatan

memiliki pengaruh besar dalam pertumbuhan, kelulushidupan dan tingkah laku ikan. Peningkatan kepadatan akan menyebabkan peningkatan stres, dimana terjadi peningkatan energi yang menyebabkan penurunan pertumbuhan dan pemanfaatan makanan (Aksungur et al., 2007).

Padat tebar yang tinggi secara tidak langsung menyebabkan penyakit karena risiko terjadinya gesekan antar ikan sangat tinggi. Gesekan ini dapat mengakibatkan ikan terluka. Sementara itu, luka pada ikan biasanya akan diikuti oleh tumbuhnya jamur. Gesekan antar ikan juga sering menjadi penyebab menularnya penyakit kulit. Penyakit kulit pada ikan penderita dapat menular dengan mudah ke ikan yang sehat. Akibatnya, ikan menjadi sakit dan kesehatannya terganggu. Untuk menghindari terjadinya gesekan antar ikan, cara yang dapat ditempuh dengan mengatur jumlah kepadatan ikan dalam wadah pemeliharaan atau wadah budidaya. Jumlah kepadatan diatur dengan mempertimbangkan ukuran ikan yang akan dipelihara, jumlah ikan dan volume air (Supriyadi dan Tim Lentera, 2004).

2.4 Kualitas Air

Kualitas air adalah variabel-variabel yang dapat mempengaruhi kehidupan Udang Galah. Variabel tersebut dapat berupa sifat fisika, kimia dan biologi air. Sifat fisika air meliputi suhu, kekeruhan dan warna air. Sifat kimia air adalah kandungan oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), derajat keasaman (pH), amoniak (NH_3) dan alkalinitas. Sifat biologi meliputi jenis dan jumlah binatang air (binatang renik), seperti plankton yang hidup di perairan.

2.4.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas motabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara $28^{\circ}C$ - $32^{\circ}C$. Pada suhu $18^{\circ}C$ - $25^{\circ}C$, ikan masih bertahan

hidup, tetapi nafsu makannya mulai menurun. Suhu air 12°C - 18°C mulai berbahaya bagi ikan, sedangkan pada suhu di bawah 12°C ikan tropis mati kedinginan (Kordi, 2007).

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat (Effendi, 2003).

2.4.2 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen suatu larutan. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya terdapat antara 7 – 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Disamping itu nilai pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat terutama ion aluminium yang bersifat toksis sedangkan pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan amoniak dalam air akan terganggu dimana konsentrasi amoniak yang berlebih akan bersifat sangat toksis bagi organisme (Barus, 2002).

2.4.3 Oksigen terlarut (DO)

Oksigen merupakan gas yang terpenting untuk respirasi dan metabolisme dalam tubuh ikan. Dalam usaha pembenihan ikan, konsentrasi oksigen yang terlarut dalam kolam akan berkurang karena konsumsi oksigen digunakan untuk pernafasan ikan dan organisme lainnya serta reaksi kimia bahan organik yang berasal dari kotoran ikan, sisa pakan, pembusukan tumbuhan dan hewan yang mati dan sebagainya. Akan tetapi penurunan konsentrasi oksigen ini diimbangi dengan penambahan oksigen dari hasil fotosintesis yang berlangsung pada siang hari dan dari proses pencampuran udara dengan air yang disebabkan oleh

air permukaan. Konsentrasi oksigen yang optimal dalam usaha pembenihan ikan adalah 5 ppm. Pada kolam pembenihan ikan dengan konsentrasi oksigen sebesar kurang dari 3 ppm akan berbahaya bagi benih ikan dimana konsentrasi oksigen yang rendah dapat ditingkatkan dengan menggunakan *aerator* ataupun dengan pemasangan kincir (Sutisna dan Ratno, 1995).

2.4.4 Amonia

Amonia (NH_3) dalam air berasal dari perombakan bahan-bahan organik dan pengeluaran hasil metabolisme ikan melalui ginjal dan jaringan insang. Di samping itu, amonia dalam perairan juga dapat berbentuk sebagai hasil proses dekomposisi protein yang berasal dari sisa pakan atau plankton yang mati. Pembusukan bahan organik, terutama yang banyak mengandung protein, menghasilkan amonium (NH_4^+) dan amonia. Bila proses lanjut dari pembusukan (nitrifikasi) tidak berlangsung lancar maka akan terjadi pembusukan NH_3 hingga membahayakan kehidupan ikan (Kordi, 2009).

Ammonia/ammonium ini dapat mengindikasikan banyaknya polutan yang terurai di dalam air pada sebuah akuarium atau kolam. Polutan yang berasal dari kotoran dan pengeluaran ikan, makanan yang tersisa, dan daun/tanaman yang mati. Tingkat ammonium dalam ukuran tertentu masih dapat ditoleransi oleh Ikan. Sedangkan tingkat ammonium yang tinggi mengindikasikan bahwa bakteri pengurai yang berguna untuk mengurai nitrit menjadi nitrat pada bio-filter tidak berkembang atau habis. Hal ini biasanya terjadi pada saat ikan dalam perawatan atau pada saat adanya penggantian air secara keseluruhan. Bakteri pengurai yang biasanya tinggal dalam suatu bio-filter akan sangat membantu untuk mengurai polutan/ammonia dari nitrit menjadi nitrat dimana nitrat ini akan diserap dan berguna untuk tanaman air, oleh tanaman air akan diproses dan dikeluarkan berupa air yang bebas nitrat (Asep, 2010).

Menurut Cahyono (2012), konsentrasi ammonia lebih dari 2 ppm sudah dapat menyebabkan kematian udang.

2.5 Resirkulasi Tertutup

Menurut Suantika (2001) dalam Kifli (2011), Sistem resirkulasi akuakultur atau *Recirculation Aquaculture System* (RAS) yang telah digunakan sejak tahun 1990-an, merupakan teknik budidaya yang relative baru dan unik dalam industri perikanan. Sistem ini menggunakan teknik akuakultur dengan kepadatan tinggi di dalam ruang tertutup (*indoor*), serta kondisi lingkungan yang terkontrol sehingga mampu meningkatkan produksi ikan pada lahan dan air yang terbatas, meningkatkan produksi ikan sepanjang tahun, fleksibilitas lokasi produksi, pengontrolan penyakit dan tidak tergantung pada musim (Tetzlaff dan Heidinger, 1990 dalam kifli, 2011).

Sistem resirkulasi merupakan budidaya intensif yang merupakan alternatif menarik untuk menggantikan sistem ekstensif, dan cocok diterapkan di daerah yang memiliki lahan dan air terbatas (Suresh dan Lin, 1992 dalam kifli, 2011). Komponen dasar sistem resirkulasi akuakultur terdiri dari :

1. Bak pemeliharaan ikan / tangki kultur (*growing tank*) yaitu tempat pemeliharaan ikan, dapat dibuat dari plastik, logam, kayu, kaca, karet atau bahan lain yang dapat menahan air, tidak bersifat korosif, dan tidak beracun bagi ikan.
2. Penyaring partikulat (*sump particulate*) yang bertujuan untuk menyaring materi padat terlarut agar tidak menyumbat biofilter atau mengkonsumsi suplai oksigen.
3. Biofilter merupakan komponen utama dari sistem resirkulasi. Biofilter merupakan tempat berlangsungnya proses biofiltrasi beberapa senyawa toksik seperti NH_4^+ dan NO_2^- . Pada dasarnya, biofilter adalah tempat bakteri nitrifikasi tumbuh dan berkembang.
4. Penyuplai oksigen (aerator) yang berfungsi untuk mempertahankan kadar oksigen terlarut dalam air agar tetap tinggi.

5. Pompa resirkulasi (*water recirculation pump*) yang berfungsi untuk mengarahkan aliran air.

Penggunaan sistem resirkulasi pada akuakultur, dapat memberikan keuntungan yaitu memelihara lingkungan kultur yang baik pada saat pemberian pakan untuk pertumbuhan ikan secara optimal. Kelebihan sistem resirkulasi dalam mengendalikan, memelihara dan mempertahankan kualitas air menandakan bahwa sistem resirkulasi memiliki hubungan yang erat dengan proses perbaikan kualitas air dalam pengolahan air limbah, terutama dari aspek biologisnya (Akbar, 2003 dalam Kifli, 2011).

