

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik dan Kedudukan Taksonomi Katak Benggala

Katak merupakan salah satu anggota dari kelas Amphibia. Amphibia berasal dari kata *Amphi* yang artinya rangkap dan *bios* yang berarti kehidupan, karenanya Amphibia merupakan hewan dengan 2 bentuk kehidupan. Mula - mula hidup di air lalu dilanjutkan di darat. Fase kehidupan di dalam air berlangsung sebelum alat reproduksi masak, kehidupan di dalam air merupakan fase larva atau berudu (Anonim, 1988; Radiopoetro dkk., 1983). Salah satu spesiesnya adalah *Rana catesbeiana* Shaw atau yang lebih dikenal dengan nama katak benggala / katak lembu (Susanto, 1989).

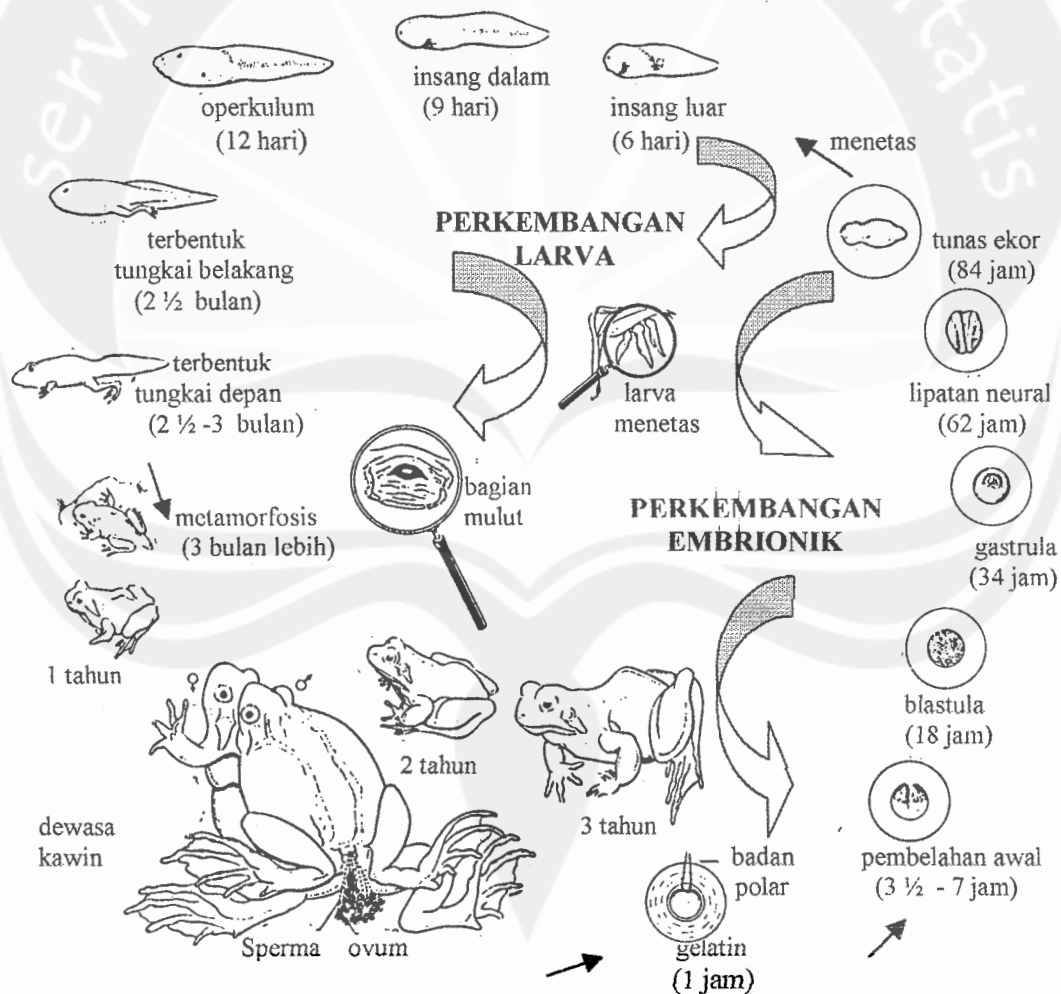
Menurut Susanto (1989), kedudukan taksonomi katak benggala (*Rana catesbeiana* Shaw), sebagai berikut:

Phylum : Chordata
Sub Phylum : Gnathostomata
Classis : Amphibia
Ordo : Anura
Sub Ordo : Diplasiocoela
Familia : Ranidae
Genus : *Rana*
Spesies : *Rana catesbeiana* Shaw

Katak jenis ini dapat tumbuh mencapai panjang badan 20 cm, yang betina biasanya lebih besar daripada jantan. Badan tegap dan kuat, berwarna coklat kehijauan dengan benjolan - benjolan kecil pada kulitnya. Hewan ini lebih banyak hidup di air

dengan benjolan - benjolan kecil pada kulitnya. Hewan ini lebih banyak hidup di air terutama genangan air tenang yang dangkal, yang penuh dengan potongan - potongan kayu atau akar - akaran di sepanjang tepi kolam (Susanto, 1989).

Katak berkembangbiak dengan bertelur dan fertilisasi secara eksternal, telur terbungkus dalam selongsong lendir yang berbentuk butiran bergerombol. Katak bereproduksi sepanjang tahun, namun puncak reproduksi terjadi pada musim hujan (Susanto, 1989).



Gambar 2.1. Siklus hidup katak terdiri atas 4 tahapan kehidupan, yaitu: katak dewasa, telur dan perkembangannya, larva dan perkembangannya, kemudian katak muda (percil) (Storer *et al.*, 1975)

Katak dalam mencapai kedewasaan melalui beberapa tingkat perkembangan. Tingkat perkembangan katak dibagi 4 fase, yaitu: telur, berudu, katak muda atau percil, dan katak dewasa (Gambar 2.1) (Storer *et al.*, 1975; Susanto, 1989).

Kandungan oksigen yang memenuhi syarat untuk kehidupan berudu katak benggala adalah sekitar 5 - 6 ppm atau minimum 3 ppm. Karbondioksida bebas tidak boleh lebih dari 25 ppm, karena dapat membahayakan kehidupan, baik telur maupun berudu yang sedang bermetamorfosis (Susanto, 1989).

Menurut Jagatraya dan Sarwono (1990), waktu yang diperlukan untuk mengadakan perubahan bentuk tersebut berkisar antara 2 - 4 bulan, tergantung kualitas air, makanan yang tersedia serta media hidup.

B. Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan peningkatan dalam struktur jaringan seperti otot, tulang dan organ. Secara keseluruhan pertumbuhan merupakan hasil pertumbuhan dari bagian - bagian tubuh secara simultan dan setiap bagian mempunyai laju pertumbuhan yang berbeda - beda (Maynard and Loosly, 1956).

Anggorodi (1985) berpendapat bahwa pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi faktor genetik, hormon, umur, kemampuan dalam pemanfaatan makanan (efisiensi dalam penggunaan ransum), dan ketahanan terhadap suatu penyakit. Faktor eksternal meliputi ruang gerak, padat penebaran, kuantitas dan kualitas makanan, serta kondisi lingkungan.

Pertumbuhan biasanya diikuti dengan perkembangan, yaitu perubahan dalam kenampakan dan kemampuannya yang mengarah pada pendewasaan. Pertumbuhan ini meliputi 2 aspek, yaitu: (1). Peningkatan massa tubuh dengan berjalannya waktu, yang

disebut *growth*; (2). Perubahan bentuk atau komposisi tubuh yang terjadi dari perbedaan laju pertumbuhan diantara komponen - komponen tubuh, disebut *development* (Ganong, 1979; Pallasan dalam Mundriyanto dkk., 1989)

Pertumbuhan berudu menurut Mundriyanto dkk.; (1988) meliputi *growth* dan *development* karena mengalami peningkatan dan pengurangan bobot tubuh dan perubahan bentuk (metamorfosis).

Makanan yang dikonsumsi pertama - tama akan digunakan untuk mencukupi kebutuhan energi, pemeliharaan tubuh dan mengganti alat - alat tubuh yang rusak setelah itu kelebihannya digunakan untuk pertumbuhan (Asmawi, 1984).

C. Metamorfosis Katak Benggala

Menurut Brown *et al.* (1989) metamorfosis adalah perubahan bentuk dari larva menjadi dewasa disertai dengan kematangan seksual. Metamorfosis pada katak secara umum merupakan persiapan dalam menghadapi perubahan dari organisme akuatik menjadi organisme terestrial. Perubahan lingkungan menyebabkan katak (*frog*) dan kodok (*toad*) berubah pada cara makan (herbivora menjadi karnivora), cara bernafas (insang luar dan insang dalam menjadi paru - paru), sifat morfologik, dan struktur histologik (Gilbert, 1991).

Menurut Rugh, (1970) dan Storer *et al.*, (1975) pada dasarnya ada 4 perubahan selama metamorfosis berlangsung, yaitu:

1. Sistem pernafasan, insang luar dan insang dalam menghilang, diganti dengan paru - paru. Hal ini disesuaikan dengan perubahan habitatnya dari lingkungan akuatik (di dalam air) menjadi terestrial (di darat).

2. Gigi tanduk ditanggalkan dan akan diganti dengan gigi permanen pada masa dewasa. Mulut menjadi lebar dan usus memendek, yaitu ukurannya hanya 2 atau 3 kali panjang badan, padahal semula sampai 9 kali panjang badan.
3. Dua pasang tungkai berkembang dan ekor menghilang dengan cara regresi. Tungkai belakang tumbuh beberapa saat sebelum metamorfosis, dan tungkai depan muncul melalui membran operkulum tepat sebelum berudu keluar dari perairan.
4. Kelenjar endokrin mulai berfungsi dan jenis kelamin katak menjadi jelas.

Perkembangan larva katak benggala secara umum dibagi menjadi tiga bentuk perkembangan, yaitu: stadium premetamorfosis, stadium prometamorfosis, dan stadium metamorfosis klimaks. Ketiga stadium tersebut sering didefinisikan berbeda - beda tanpa menunjukkan batasan aspek endokrin secara tepat. Stadium premetamorfosis tingkat pertumbuhan berudu belum menunjukkan ketergantungan terhadap tiroksin, sedangkan pada prometamorfosis mulai tergantung pada tiroksin sedangkan pada metamorfosis klimaks perlu sejumlah besar peran tiroksin (Gilbert and Frieden, 1981; Gilbert, 1991).

C.1. Stadium Premetamorfosis

Larva katak atau berudu setelah menetas, berenang dengan ekor dalam air seperti halnya ikan. Di dalam ekornya yang tipis terdapat perpanjangan *chorda dorsalis*, *myotom*, pembuluh darah, dan ujung *canalis neuralis* yang mengecil. Pigmentasi pada bagian ekor seperti di bagian badan, tetapi tidak begitu gelap. Perut masih besar dan mengandung *vitellus*. Bagian yang akan tumbuh insang luar menonjol, celah hidung sudah jelas. Insang luar semula masih pendek dan menjadi panjang setelah hari kedua atau ketiga setelah penetasan (Sagi, 1978).

Insang luar yang berbentuk seperti jari - jari berguna sebagai alat respirasi. Insang luar tumbuh pada *arcus branchiales* I dan II pada stadia penetasan. Insang luar mempunyai dinding ectoderm yang tipis dan di dalamnya terdapat pembuluh darah. Ectoderm pada *arcus hyoideus* tumbuh dan menutup insang luar sebagai operculum (Sagi, 1978).

Hari ketiga setelah penetasan pada bagian *arcus branchiales* II baik di ventral maupun lateral timbul lipatan ektoderm ke arah posterior, selanjutnya bergabung membentuk suatu rongga insang. Insang luar menunjukkan tanda - tanda mengkerut, dimana insang luar berangsur - angsur akan tenggelam dalam rongga insang. Insang seluruhnya yang telah berada dalam rongga insang disebut insang dalam (Sagi, 1978).

Operculum tumbuh meluas ke arah posterior dan segera menutup celah - celah insang dan operculum sebelah kanan segera bersatu, sehingga hubungan celah - celah insang dengan lingkungan luar terputus, tapi pada operculum kiri masih terdapat lubang (*spiraculum*) yang berfungsi untuk mengalirkan air ke luar dari ruang insang (Radiopoetro dkk., 1983).

Mulut mempunyai sepasang bibir dan rahang yang ditumbuhi gigi tanduk. Gigi tanduk ini berasal dari *corneum* dan terbentuk setelah beberapa hari menetas. Pembentukan gigi dipersiapkan untuk makan tumbuhan air karena *vitellus* sudah habis. Larva mulai makan tumbuhan air dan bersifat herbivora, sehingga ususnya panjang sekali. Usus berbentuk langsing dan panjang, melingkar beberapa kali kurang lebih 9 kali panjang badan. Usus akan memendek setelah metamorfosis, karena makanannya berbeda (Sagi, 1978).

Pada stadium premetamorfosis *eminentia mediana* dari hipotalamus yang sangat rendah atau hampir belum ada sama sekali maka sekresi prolaktin meningkat

dan sekresi TSH (*Tiroid Stimulating Hormon*) menurun, sehingga menyebabkan rendahnya kadar hormon tiroksin. Prolaktin selanjutnya akan memacu pertumbuhan larva tanpa adanya pengaruh hormon tiroksin. Kadar T3 selanjutnya akan menurun dan kadar prolaktin meningkat (Duellman and Trueb, 1986).

Hipotalamus berkembang maka akan dihasilkan TSH *Releasing Factor* (TSH-RF) yang dapat memacu keluarnya TSH. TSH selanjutnya akan memacu kelenjar tiroid untuk mensekresikan T3 dan T4, sehingga kadar T3 naik secara perlahan. Kondisi ini merupakan awal dari stadium prometamorfosis (Gilbert and Frieden, 1981; Gilbert, 1991).

C.2. Stadium Prometamorfosis

Awal stadium prometamorfosis ditandai dengan mulai terbentuknya tungkai belakang. Kaki belakang akan tumbuh lebih dahulu, baru kemudian kaki depan (Rugh, 1970). Sepasang kaki belakang tumbuh dan berkembang tepat bersebelahan di pangkal ekor (Mundriyanto dan Subamia, 1987).

Saat fungsi kontrol hipotalamus berkembang maka kontrol terhadap sekresi prolaktin mulai terhambat dan kadar hormon tiroksin dalam sirkulasi naik secara cepat, dengan demikian prolaktin bersifat antagonis terhadap hormon tiroksin. Menurunnya kadar prolaktin dan naiknya kadar hormon tiroksin menyebabkan perkembangan berlangsung lebih cepat (Gilbert and Frieden, 1981).

C.3. Stadium Metamorfosis Klimaks

Metamorfosis klimaks ditimbulkan oleh adanya substansi yang disekresi oleh hipotalamus yang diduga berupa dopamin. Dopamin ini akan menghambat sekresi dari prolaktin sehingga ratio T3 terhadap prolaktin semakin naik. Kenaikan T3 dapat menyebabkan terjadinya degenerasi parsial tiroid dan menghambat produksi TSH atau

TSH-RF, sehingga dapat terjadi keseimbangan antara hormon - hormon tersebut. Degenerasi ekor relatif berlangsung cepat dengan naiknya kadar hormon tiroksin (Gilbert, 1991). Menurut Gilbert and Frieden (1981) selama stadium ini interaksi umpan balik positif aksis hipotalamus - hipofisis - tiroid hilang, yang ada hanyalah umpan balik negatif.

Sepasang tungkai depan dapat tumbuh dibagian belakang dari lipatan kulit yang menutup insang. Pertumbuhan dan perkembangan tungkai depan tidak dapat terlihat secara visual karena tertutup oleh lipatan kulit. Apabila tungkai depan keluar, kaki sudah merupakan kaki yang lengkap dengan jari - jari (Mundriyanto dan Subamia, 1987).

Berudu yang telah ke luar tungkai depannya berada pada stadium XX (metamorfosis klimaks) dan saat itu berudu tidak makan selama 2 - 3 minggu (Mundriyanto dkk., 1988). Selama berudu tidak makan, untuk kepentingan metabolismenya didapat dari persediaan makanan yang ada di dalam ekor (Kyu, 1972 dalam Mundriyanto dkk., 1988).

Berudu katak benggala mulai berubah bentuk atau ke luar tungkai depan pada umur 2,5 bulan (\pm 75 hari) (Mundriyanto dkk., 1989), dan menunjukkan perkembangan 4 kaki pada umur 3 bulan (Chen, 1976).

Stadium XX (metamorfosis klimaks) alat - alat pada mulut masih seperti sifat - sifat berudu pada stadium sebelumnya, yaitu masih terdapat bibir dan gigi tanduk, selama interval stadium selanjutnya gigi tanduk dilepaskan, kemudian diganti dengan gigi permanen dan reduksi bibir dimulai dari bagian tengah bibir (Sagi, 1978; Mundriyanto dkk., 1988).

Paru - paru berudu katak benggala pada stadium XX (metamorfosis klimaks) tampak mulai berkembang, insang semakin mengecil dan usus memendek. Usus memendek karena adanya perubahan kebiasaan makan, berudu yang semula bersifat herbivora menjadi cenderung karnivora (Rozaldi, 1985 dalam Mundriyanto dan Subamia, 1987). Pemendekan usus kemungkinan terjadi pada berudu mulai umur 39 hingga 74 hari (Mundriyanto dkk.,1988)

D. Perkembangan Saluran Makanan selama Metamorfosis

Sistem pencernaan katak terdiri dari mulut, pharink, oesophagus, ventrikulus, *intestinum tenue*, *rektum*, *vesica urinaria* dan anus, dengan kelenjar pencernaan yaitu hepar dan pankreas berasal dari lapisan embrional endoderm sedangkan jaringan ikat dan otot - ototnya terbentuk dari *splanchnomesoderm* (Sagi, 1978; Ciptono, 1995).

Calon oesophagus adalah bagian *foregut*, di belakang pharink lubangnya tersumbat oleh massa sel yang memutuskan hubungan anterior - posterior. Sumbat itu disebut *oesophagel plug*. Fungsi sumbat itu untuk membelokkan air supaya masuk ke dalam rongga insang karena larva yang baru saja menetas belum memerlukan makanan dari luar.

Sumbat akan hilang setelah *vitellus* habis sehingga makanan masuk ke dalam *intestinum*, dengan terjadinya hubungan tersebut maka calon oesophagus dapat dibedakan menjadi bagian anterior sebagai oesophagus dan bagian posterior yang membesar akan menjadi ventrikulus. Stadium metamorfosis ventrikulus sudah jelas bedanya dengan oesophagus (Sagi, 1978).

Massa *vitellus* setelah menetas diabsorpsi oleh embrio sebagai sumber energi untuk perkembangan selama *vitellus* belum habis, *enteron* bagian tengah masih

pendek karena belum berfungsi. Setelah penetasan *enteron* berangsur - angsur memanjang sampai 9 kali panjang badan, hal ini disebabkan berudu memakan tumbuhan sehingga perlu permukaan yang luas untuk pencernaan. *Enteron* bagian tengah sebagian besar berkembang menjadi intestinum tenue dan tepat bagian caudal ventrikulus menjadi duodenum (Sagi, 1978).

Saluran gastrointestinal pada bagian - bagiannya ada yang berfungsi untuk lewat saja dan untuk mencerna secara sederhana. Pada larva terdapat cilia yang ikut mendorong makanan ke dalam duodenum, lumen dengan mikrovillinya akan memperluas bidang pencernaan dan penyerapan makanan (Gilbert and Frieden, 1981).

Pharink *Xenopus* pada fase awal premetamorfosis memperlihatkan sedikit diferensiasi sel. Cilia dan mikrovilli terdapat pada sepanjang rongga dorsolateral pharink, pada akhir metamorfosis cilia akan menghilang (Gilbert and Frieden, 1981).

Sel esophangel pada *Xenopus* awal premetamorfosis mempunyai lumen dengan mikrovilli pada bagian - bagian tertentu terdapat cilia. Mikrovilli tersebut pada stadium 47 mulai menghilang, tinggal cilia dan sel vaskuler. Cilia masih dijumpai pada stadium 57 - 59 (akhir prometamorfosis), pada metamorfosis klimaks sel hanya mempunyai sedikit mikrovilli, sedikit cilia dan sel goblet mulai muncul. Akhir metamorfosis klimaks di sepanjang lumen terdapat mikrovilli yang disebut *striated border*.

Saluran gastrointestinal *Rana catesbeiana* Shaw terdiri dari lapisan sel, sebelum klimaks lumen sel mempunyai cilia dan hilang pada akhir metamorfosis. Sel gastrointestinal mempunyai sejumlah mitokondria, granula apikal dalam jumlah besar, dan pada akhir klimaks jumlahnya akan lebih banyak lagi. Lumen gastrointestinal pada akhir klimaks dilengkapi mikrovilli seperti bulu (Gilbert and Frieden, 1981).

Lumen duodenum pada premetamorfosis *Xenopus* mempunyai cilia, mikrovillus dan sejumlah besar sel kolumner mikrovillus. Dinding duodenum selalu terdiri dari 2 atau 3 lapisan sel. Sel pada duodenum mempunyai mitokondria tapi granula apikalnya mulai berkurang, sehingga zat pencerna tidak dibuat dan disekresikan ke lumen. Saluran hepatopankreas pada duodenum terbuka untuk membantu pencernaan makanan. Cilia tidak terdapat pada akhir metamorfosis klimaks dan hanya mikrovillus saja yang ada pada sepanjang lumen (Gilbert and Frieden, 1981).

Calon hepar mula - mula tumbuh pada stadium neurula akhir, calon hepar berupa tonjolan endoderm berada tepat di bawah *vitellus* dan di belakang jantung. Divertikulum hepaticum yang merupakan evaginasi dinding enteron bagian depan ke arah ventral. Divertikulum hepaticum berkembang lambat (Watterson and Sweny, 1970 dalam Ciptono 1995).

E. Vitamin C

Vitamin adalah senyawa organik dengan struktur yang berbeda - beda, dan sangat vital bagi organisme. Vitamin bukan sebagai sumber energi tetapi sangat diperlukan tubuh untuk proses metabolisme, reproduksi dan pertumbuhan normal (Keni dan Arifin, 1991).

Vitamin dibutuhkan dalam jumlah sedikit, jika vitamin tidak terdapat dalam ransum atau tidak dapat diabsorpsi akan mengakibatkan penyakit defisiensi yang khas (Tabel 2.1). Vitamin tidak dapat disintesis oleh hewan, atau kalau mungkin disintesis jumlahnya tidak mencukupi sehingga untuk memenuhi kebutuhan akan vitamin harus tersedia dalam ransumnya (Anggorodi, 1985; Juju, 1985).

Tabel 2.1. Gejala defisiensi vitamin C

Jenis hewan	Gejala yang terlihat akibat defisiensi vitamin C
Udang	Nafsu makan turun, pertumbuhan terhambat, jumlah moulting turun, kematian tinggi, daya tahan tubuh menurun, mudah terinfeksi, ekor busuk dan antena putus.
<i>Salmon gairdneri</i>	Kelainan bentuk tulang, tulang punggung melengkung, tutup insang berubah bentuk, kematian tinggi, dan pertumbuhan lambat.
Lele	Kelainan bentuk tulang punggung, serabut tulang insang lembek, daya tahan tubuh menurun, terjadi pendarahan, dan ada perubahan warna darah.
Mua	Kelainan bentuk tulang punggung, nafsu makan menurun, pertumbuhan lambat, pendarahan bagian kulit punggung dan kepala.
<i>Plecogloss altivelis</i>	Nafsu makan turun, tutup insang bagian bawah pelipis rusak, bola mata menonjol ke luar, dan ada darah beku di bagian kepala

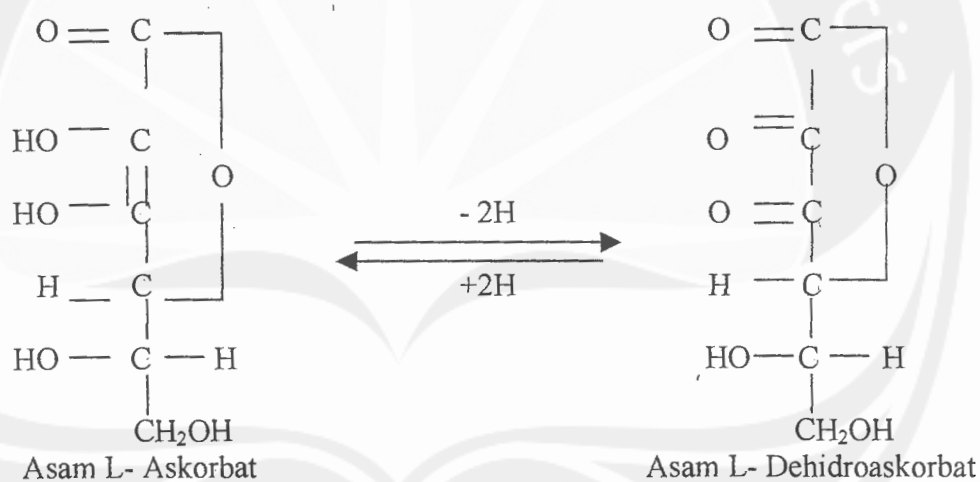
(Hewitt, 1937 dalam Keni dan Arifin 1991)

Klasifikasi vitamin dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan daya larutnya dalam lemak maupun dalam air. Vitamin yang larut dalam lemak adalah vitamin A, D, E, dan vitamin K. Vitamin - vitamin yang larut dalam lemak terdapat dalam bahan makanan bersama - sama lipid dan dapat diabsorpsi bersama dengan lemak yang terdapat dalam ransum. Vitamin yang larut dalam air adalah vitamin B kompleks dan vitamin C (Anggorodi, 1985).

Menurut Martin *et al.*, (1987) karena kelarutannya dalam air, vitamin B kompleks dan vitamin C tidak dapat disimpan lama dalam bentuk stabil dan harus disediakan terus - menerus dalam diet.

Vitamin C buatan ada dua bentuk yakni padat dan cair. Vitamin C dalam bentuk padat berupa kristal/bubuk berwarna putih kekuningan, bentuk ini lebih disukai karena relatif lebih stabil dalam penyimpanan dibanding bentuk cair. Vitamin C bentuk cair cepat mengalami kerusakan (Keni dan Arifin, 1991).

E.1. Sifat dan Stuktur Kimia Vitamin C



Gambar 2.2. Vitamin C, L-asam askorbat sebelah kiri dan kanan bentuk oksidasi atau dehidroaskorbat (Halver, 1972)

Menurut Machlin, (1991) vitamin C adalah kelompok bahan organik yang stuktur kimianya mirip dengan gula sederhana monosakarida. Perbedaan keduanya terletak pada gugus tempat melepas hidrogen untuk membentuk asam askorbat yang teroksidasi menjadi asam dehidroaskorbat (Gambar 2.2).

Vitamin C atau asam askorbat mempunyai berat molekul 178 dengan rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$. Berbentuk kristal tidak berwarna, titik cair $190^\circ\text{C} - 192^\circ\text{C}$. Mudah

larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol dan gliserol. Vitamin C sukar larut dalam pelarut non polar seperti khloroform, ether, dan benzen (Martin *et. al.*, 1987).

Vitamin C dapat berbentuk sebagai asam L-askorbat dan asam L-dehidroaskorbat; keduanya mempunyai keaktifan sebagai vitamin C. Asam L-askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidroaskorbat. Asam L-dehidroaskorbat secara kimia sangat labil dan dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam L-diketogulonat yang tidak memiliki keaktifan vitamin C (Winarno, 1992).

Vitamin C mudah teroksidasi lebih - lebih bila terdapat katalisator Fe, Cu, enzim askorbat oksidase, sinar, dan temperatur yang tinggi. Larutan encer vitamin C pada pH kurang dari 7,5 masih stabil apabila tidak ada katalisator seperti di atas (Martin *et. al.*, 1987).

E.2. Peranan dan Dosis vitamin C

Vitamin C berperan penting dalam pembentukan kolagen. Jaringan penyambung (konektif) seperti kulit, tendon, ligamen, dan tulang rawan mengandung jalinan padat serat - serat kolagen. Kolagen dibentuk dalam sel - sel khusus yang disebut fibroblas dan kondrosit (Brody, 1994).

Asam askorbat sangat penting peranannya dalam proses hidroksilasi dua asam amino prolin dan lisin menjadi hidroksi prolin dan hidroksi lisin. Kedua senyawa ini merupakan komponen utama kolagen yang penting, agar fungsi itu tetap mantap banyak dipengaruhi oleh cukup tidaknya vitamin C dalam tubuh. Vitamin C juga berperan dalam proses penyembuhan luka serta daya tahan tubuh melawan infeksi penyakit dan stres (Machlin, 1991; Winarno, 1995).

Kolagen merupakan komponen dasar dalam pembentukan tulang punggung, ataupun kerangka luar untuk hewan tidak bertulang belakang. Pengaruh ini jelas terlihat pada ikan *Mua*, pada keadaan kekurangan vitamin C bentuk tulang punggung ikan ini menunjukkan adanya kelainan. Selain itu pula dapat diamati pada budidaya udang yang pada keadaan kekurangan vitamin C, jumlah udang yang *moulting* sangat sedikit (Keni dan Arifin, 1991).

Menurut Prawirokusumo (1991) vitamin C mengatur perubahan *folic acid* menjadi *folinic acid* (bentuk reduksi), bentuk ini akan mengaktifkan penyerapan zat besi. Vitamin C juga bersama - sama dengan ATP dan $MgCl_2$ merupakan ko-faktor dalam menghambat *adiposa tissue lipase* dan memacu *hydrolitic deamidasi* dari peptida atau protein, yang terakhir ini merupakan proses mengatur usia dari protein sehingga berperan dalam proses *aging*, yaitu membuat jaringan lebih tahan lama dari proses pelapukan.

Keperluan vitamin C berbeda tergantung umur ikan. Ikan muda perlu lebih banyak vitamin C pada satuan pakan yang sama, dibanding ikan yang lebih tua. Pemberian pakan yang mengandung vitamin C pada ikan *Salmon gairdneri* umur 6 minggu dan umur 19 bulan dengan konsentrasi sama tiap satuan berat pakan. Terlihat bahwa ikan *Salmon gairdneri* muda akan mengalami gejala kelainan seperti tulang punggung melengkung, tutup insang berubah bentuk, kematian tinggi dan pertumbuhan terhambat, sedangkan ikan yang lebih tua tidak dijumpai kelainan (Arifin dan Keni, 1991).

Halver, (1972) dalam studinya mengenai *Rainbow trout* dengan beberapa perlakuan diet akan kebutuhan asam askorbat yang berbeda, menunjukkan bahwa ternyata tiap jenis ikan mempunyai kriteria penggunaan asam askorbat yang berbeda.

Lovell (1984) dalam Keni dan Arifin, (1991) menunjukkan dosis keperluan vitamin C dalam pakan dari berbagai ikan, dimana Udang membutuhkan 0,5 - 1 g/kg, ikan Mui 0,3 - 0,5 g/kg, dan ikan Lele (10 g/ekor) sebesar 60 mg/kg.

Vitamin C dapat larut dalam air, dan dapat diserap dengan mudah oleh usus. Sebagaimana yang terjadi pada zat gizi lainnya yang larut dalam air, setelah diabsorpsi selanjutnya akan dialirkan melalui saluran *vena portae* masuk ke dalam hati dan dibagikan ke seluruh jaringan tubuh (Sediaoetomo, 1987; Winarno, 1995).

Keberadaan vitamin C dalam tubuh berturut - turut dari konsentrasi tinggi ke rendah yaitu: jaringan retina, *glandula pituitari*, *corpus luteum*, kortek adrenal, thymus, hati, otak, testes, ovarium, lien, *glandula thyroidea*, pankreas, kelenjar ludah, paru - paru, ginjal, dinding usus, jantung, *cairan cerebrospinal*, leukosit, erosit dan plasma darah (Sediaoetama, 1987).

Tingkat penyimpanan vitamin C yang sesuai di dalam darah dan anterior ginjal \pm 100 mg/kg dengan suhu kering perairan 10⁰C, 12⁰C, atau 15⁰C. Kebutuhan akan vitamin C pada ikan yang mengalami stres akan menjadi dua kali atau tiga kali lipat dari kebutuhan semula (Halver, 1972).

Kadar vitamin C di dalam jaringan tubuh dan di dalam plasma darah yang dianggap tinggi ialah 0,8 - 1,0 mg% tanpa disertai ekskresi berlebihan di dalam urine (Sediaoetama, 1987).