

PERANAN PENGAPURAN DAN FAKTOR FISIKA KIMIA AIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax* sp.)

Titin Kurniasih ¹⁾

¹⁾ Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor

ABSTRAK

Pertumbuhan lobster air tawar (*Cherax* sp.) hanya akan terjadi apabila didahului oleh proses pergantian kulit. Semakin sering pergantian kulit terjadi, maka pertumbuhannya makin pesat. Frekuensi ganti kulit dipengaruhi umur, kecukupan makanan dan kalsium media, serta kualitas air yang sesuai. Kadar kalsium perairan dapat ditingkatkan melalui pengapuran. Kualitas air yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan sintasan *Cherax* sp. antara lain: alkalinitas, pH, oksigen terlarut, suhu, amoniak, dan nitrit.

KATA KUNCI: pertumbuhan, sintasan, lobster air tawar (*Cherax* sp.), ganti kulit, kalsium

PENDAHULUAN

Lobster air tawar, terutama jenis *red claw* (*Cherax quadricarinatus*) meskipun merupakan komoditas yang baru dikembangkan di Indonesia tetapi telah menarik minat dan perhatian para pembudidaya. Kelebihan yang dimilikinya antara lain yaitu cita rasanya yang lebih lezat dari udang air payau, harga jualnya relatif tinggi, teknik pemeliharaan yang relatif mudah untuk diterapkan, dan juga sifat alamiahnya yang tahan terhadap kadar oksigen rendah, daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan, dan tahan terhadap penyakit.

Untuk meningkatkan produktivitas kegiatan budidaya sekaligus keuntungan pembudidaya, aspek pertumbuhan dan sintasan adalah aspek terpenting yang harus dikuasai. Hal utama yang harus diketahui terkait dengan pertumbuhan *Cherax* sp. adalah keberhasilan proses ganti kulit, di mana pertumbuhan lobster yang bersifat diskontinyu, hanya terjadi sesaat setelah proses ini berlangsung. Beberapa hal yang berhubungan dengan proses ganti kulit, mekanismenya dan kadar kalsium perairan yang harus mendukung prosesnya, serta beberapa parameter kualitas air yang sangat berpengaruh bagi pertumbuhan dan sintasan *Cherax* sp., dibahas dalam tulisan ini.

PERTUMBUHAN DAN SINTASAN

Pertumbuhan adalah perubahan ukuran panjang atau bobot dalam waktu tertentu. Effendie (1979) membagi pertumbuhan menjadi pertumbuhan mutlak yaitu ukuran rata-rata hewan pada umur tertentu, dan pertumbuhan nisbi yaitu panjang atau bobot yang dicapai dalam suatu periode waktu tertentu dihubungkan dengan panjang atau bobot pada awal periode tersebut. Sintasan dihitung dengan membagi jumlah individu yang hidup pada akhir percobaan dengan jumlahnya pada awal percobaan (Effendie, 1979).

Pada hewan air terdapat dua jenis pertumbuhan yaitu pertumbuhan diskontinyu yang terjadi pada jenis krustasea (termasuk *Cherax* sp.) dan pertumbuhan kontinyu yang terjadi pada moluska dan vertebrata (Hartnoll, 1982). Pertumbuhan *Cherax* sp. (baik bobot maupun panjang tubuh) bersifat diskontinyu yang terjadi secara berkala hanya sesaat setelah pergantian kulit (*moulting*) yakni saat kulit luarnya belum mengeras sempurna (Chittleborough, 1975; Hadie *et al.*, 2001; Iskandar, 2003). Pertumbuhan tidak akan terjadi tanpa didahului oleh proses pergantian kulit, karena krustasea mempunyai kerangka luar yang keras (tidak elastis), sehingga untuk tumbuh menjadi besar perlu membuang kulit lama dan menggantinya dengan kulit baru.

Merrick (1993) menyatakan bahwa pertumbuhan dan *moulting* adalah dua proses yang berkaitan erat. Tanpa tanda-tanda nyata, proses *moulting* berlangsung cepat, hanya beberapa menit. Individu yang baru mengalami ganti kulit dapat dikenali melalui warnanya yang lebih cerah dan karapas yang lunak.

Pertumbuhan pada *Cherax* sp. berlanjut sepanjang hidup dan kecepatannya berhubungan dengan frekuensi ganti kulit. Periode antar ganti kulit (*intermolt*) pada hewan ini dapat berlangsung selama kurang dari 24 jam hingga 2 atau 3 tahun. Lama periode ganti kulit ditentukan oleh faktor dalam termasuk hormon, dan faktor luar seperti makanan dan kondisi lingkungan. Krustasea yang mendapat makanan yang cukup dan baik akan lebih cepat mengalami pergantian kulit (Ling, 1976). Dari segi energetik, energi yang tersimpan dalam makanan dimetabolisme dan digunakan *Cherax* sp. untuk

pemeliharaan dan pertumbuhan. Dengan demikian makanan yang diberikan harus memenuhi nilai gizi yang diperlukan seperti : protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan. Selain itu menurut Soegiarto (1979), proses ganti kulit dipengaruhi oleh faktor kualitas lingkungan, antara lain kecukupan oksigen, suhu, kalsium, dan timbunan gas amoniak.

Frekuensi ganti kulit pada *Cherax* sp. berkurang sejalan dengan bertambahnya umur. *Cherax* sp. muda memiliki frekuensi *moulting* lebih tinggi daripada yang tua. Frekuensi ganti kulit pada yuwana (*post larva*) adalah paling sering yang dapat terjadi sekali setiap sepuluh hari. Selanjutnya pada pra dewasa antar 4--5 kali per tahun dan dewasa 1--2 kali per tahun (Merrick, 1993).

Ganti kulit pada *Cherax* sp. merupakan proses yang kompleks yang terdiri atas empat tahap yang melibatkan daur ulang kalsium yaitu: *premolt*, *molt*, *postmolt*, dan *intermolt* (McVey, 1983; Merrick, 1993; Affandi & Tang, 2002).

1. **Premolt (proecdysis)**, merupakan tahap persiapan *molt* di mana terjadi proses kalsifikasi yaitu penyerapan kalsium dan garam-garam anorganik dari kulit lama, pakan, dan air media (lingkungan) secara osmotik melalui hemolimfe secara transpor aktif. Selanjutnya kalsium tersebut akan disimpan dan terakumulasi di organ hepatopankreas dan gastrolith (lempengan bulat putih) yang terletak di bagian depan lambung. Proses ini dinamakan gastrolisis (Iskandar, 2003). Pada tahap ini sel-sel epidermis *Cherax* mulai memisahkan diri dari eksoskeleton yang lama, dan mulai menyiapkan diri membentuk eksoskeleton yang baru. Kulit baru yang terbentuk di bawah kulit lama masih lunak. *Cherax* akan berhenti makan pada tahap ini sehingga pasokan energi tubuh berkurang. Kebutuhan energi selanjutnya diambil alih oleh hepatopankreas yang akan menyuplai energi selama proses ganti kulit berlangsung.
2. **Molt (ecdysis)**, merupakan tahap pelepasan kulit lama yang diikuti dengan penyerapan air dari media dalam jumlah besar. Tahap ini dimulai dengan melemasnya otot-otot anggota tubuh, sehingga memungkinkan untuk terlepas dari eksoskeleton (kulit) lama. Pada saat baru terlepas, kutikula masih dalam kondisi lunak. Pada fase ini pertumbuhan terjadi dengan menyerap sejumlah besar air (Adegboye, 1981^a).
3. **Postmolt (metaecdysis)**, merupakan tahap pemindahan kalsium dari gastrolith ke eksoskeleton yang baru, sehingga terjadi pengapuran dan pengerasan kulit baru dari cadangan material organik dan anorganik yang berasal dari hemolimfe dan hepatopankreas, serta

sebagian kecil dari media. Endokutikula juga terbentuk pada fase ini. *Cherax* sp. sudah mulai makan. Pembentukan jaringan terjadi disertai dengan peningkatan sintesis protein dan DNA. Jaringan mulai menggantikan air yang diserap pada fase sebelumnya.

4. **Intermolt**, merupakan tahap antar *moulting*, di mana terjadi pertumbuhan jaringan somatik. Pada saat eksoskeleton dan pertumbuhan jaringan hampir selesai, *Cherax* sp. mengubah metabolismenya dari pertumbuhan ke pemenuhan cadangan energi (*re-charge*) untuk di simpan dalam hepatopankreas. Cadangan energi ini diperlukan untuk proses *moulting* berikutnya.

Adegboye (1981^a) melaporkan bahwa tempat penyimpanan utama kalsium dalam tubuh *Cherax* sp. adalah hemolimfa, eksoskeleton lama, hepatopankreas, eksoskeleton baru, dan gastrolith. Oleh karena kalsium yang berasal dari eksoskeleton yang lama telah diserap dan disimpan di gastrolith ketika fase *premolt*, maka sumber kalsium untuk pengerasan eksoskeleton berasal dari hemolimfe, hepatopankreas, dan gastrolith. Gastrolith akan bereaksi dengan asam lambung melepaskan ion kalsium.

Menurut Powers & Bliss (1983), menyatakan krustasea mengumpulkan kalsium dalam jumlah sedikit sebelum tahap *molt* (*ecdysis*) berlangsung. Ketika eksoskeleton yang lama dilepaskan, kalsium yang ada di dalam tubuh akan banyak berkurang. Jenis lain lobster air tawar, *Austropotamobius pallipes* kehilangan kalsium 74% pada fase ini. Menurut Lowery (1988), setiap kali ganti kulit *Cherax* sp. kehilangan lebih dari 90% kalsium yang berasal dari eksoskeleton, sehingga harus menyerap kalsium dari makanan dan air tempat tinggalnya. Berdasarkan alasan inilah, *Cherax* sp. tidak dapat hidup jika kandungan kalsium dalam air terlalu rendah. Toleransi ion kalsium terendah untuk *Cherax* sp. adalah 5 mg/L.

Laju pertumbuhan krustasea secara *internal* selain bergantung pada kelancaran proses ganti kulit juga pada tingkat kerja osmotik (Hartnoll, 1982). Regulasi osmotik ditentukan oleh perimbangan osmoefektor antara cairan di dalam sel dan cairan di luar sel, yang disebut dengan mekanisme osmoregulasi. Mekanisme ini dapat dinyatakan sebagai pengaturan keseimbangan total elektrolit yang terlarut dalam air media hidup organisme. Keseimbangan osmotik ini menyebabkan proses-proses fisiologis dalam tubuh krustasea dapat berlangsung secara normal. Baik proses ganti kulit maupun osmoregulasi dikontrol oleh sistem endokrin, yaitu: 1) *Moult Inhibiting Hormone* (MIH) dan hormon osmoregulasi yang dikeluarkan oleh sel-sel neurosekresi organ-X dalam

kompleks kelenjar sinus pada tangkai mata, serta 2) *Moult Accelerating Hormone* (MAH) yang dikeluarkan oleh organ-Y, yang terletak di tangkai mata pada bagian posterior atas.

PERANAN PENGAPURAN BAGI KUALITAS AIR DAN PERGANTIAN KULIT *Cherax* sp.

Sifat fisika kimia perairan merupakan refleksi dari kondisi tanah dasarnya (Thorne & Thorne, 1979). Tanah sulfat masam dalam dasar perairan kolam dapat membentuk kondisi masam yang menghambat pertumbuhan organisme dalam kolam. Pemberian kapur (CaCO_3) pada tanah masam dalam hal ini akan memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah.

Menurut Boyd (1982), pengapuran akan memberikan respons yang baik pada kolam yang 1) keadaan airnya kaya akan substansi humik dengan kandungan bahan organik yang tinggi serta proses dekomposisinya lambat; 2) kolam yang pH dan alkalinitasnya rendah, yang disebabkan oleh lumpur dasar perairan yang masam, mengingat pengapuran berfungsi untuk menstabilkan pH serta; 3) perairan yang mengandung mineral asam sebagai akibat dari tanah sulfat masam.

Alkalinitas sebagian besar disebabkan oleh adanya bikarbonat (HCO_3^-) dan sisanya oleh karbonat (CO_3^{2-}) dan hidroksida (OH⁻). Perairan yang beralkalinitas rendah mempunyai kapasitas penyangga yang rendah sehingga pada waktu siang hari pH air dapat menjadi tinggi karena pengambilan CO_2 dan bikarbonat oleh tumbuhan air, sedangkan kadar karbonat dan hidroksida naik. Kapur yang umumnya tersusun dari kalsium karbonat (CaCO_3) akan melepaskan ion CaCO_3 yang bereaksi dengan CO_2 membentuk kalsium dan bikarbonat, sehingga konsentrasi dari kalsium (Ca) akan meningkat setelah pengapuran. Pengapuran pada perairan yang alkalinitasnya rendah akan meningkatkan pH pada pagi hari karena adanya peningkatan pada sistem penyangga (peningkatan ion OH⁻) sehingga perubahan pH air secara harian tidak terlalu berfluktuasi.

Mineral kalsium dan magnesium mempunyai kemampuan mengendapkan koloid dalam air. Boyd (1982) menyatakan bahwa penggunaan kapur akan mereduksi konsentrasi bahan organik koloid dan meningkatkan penetrasi cahaya yang masuk kedalam perairan. Dari hasil penelitian Boyd (1982) diketahui bahwa pengapuran dapat menstimulasi (meningkatkan) aktivitas bakteri perombak bahan organik.

Mineral kalsium sangat diperlukan dalam pembentukan eksoskeleton pada *Cherax* sp. (Adegboye, 1981^a). Proses pengapuran yang mengandung kalsium karbonat dalam

jumlah besar merupakan sumber kalsium yang ideal bagi proses pergantian kulit *Cherax* sp., karena sebagian besar endapan Ca dalam kulit berada dalam bentuk kalsium karbonat (Cripps & Nakamura, 1977; Wickins, 2002). Sediaan kalsium air media yang rendah akan menghambat proses klasifikasi, yang akan mengganggu kelancaran proses ganti kulit. Rendahnya konsentrasi kalsium di perairan tawar untuk kebutuhan *Cherax* sp. akan dikompensasi dengan mereduksi mineral eksoskeletonnya, dan ini akan mengganggu mekanisme osmoregulasinya dan berpengaruh terhadap pertumbuhan *Cherax* sp. (Adegboye, 1981^b).

PARAMETER FISIKA KIMIA AIR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN DAN SINTASAN *Cherax* sp.

Permasalahan yang dihadapi dalam budidaya *Cherax* sp. adalah rendahnya sintasan pada fase *postlarva*. Tingkat sintasan *postlarva* *Cherax quadricarinatus* masih kurang dari 15% (Curtis & Jones, 1995). Selain itu, pertumbuhan *Cherax* sp. jenis *red claw* ini selama fase *postlarva* relatif lambat, sehingga produksi biomassa *Cherax* sp. dewasa masih rendah. Parameter fisika kimia perairan yang mempengaruhi pertumbuhan dan sintasan larva *Cherax* sp. antara lain adalah alkalinitas, suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, dan nitrit.

Alkalinitas

Alkalinitas adalah gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam yang dikenal dengan sebutan *Acid Neutralizing Capacity* (ANC) atau kuantitas anion di dalam air yang dapat menetralkan kation hidrogen. Selain itu, alkalinitas juga berfungsi sebagai penyangga pH (Effendie, 2000). Penyusun alkalinitas yang paling utama di perairan adalah anion bikarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3^{2-}), dan hidroksida (OH⁻).

Untuk mempercepat perkembangan stadia *postlarva* sekaligus menekan tingkat mortalitas adalah dengan cara pengaturan alkalinitas media. Kondisi alkalinitas media yang sesuai akan menyediakan kebutuhan kalsium dan memperlancar gerakan kalsium selama periode pergantian kulit. Pertumbuhan yang baik terjadi apabila proses fisiologis selama fase *postlarva* berlangsung maksimal. Lancarnya proses fisiologis menyebabkan pergantian kulit berlangsung dengan baik, demikian juga pemanfaatan pakan oleh *Cherax* sp. akan optimal. Alkalinitas yang optimal dapat menyangga pH media dan mengurangi toksisitas amoniak yang akan membatasi sintasan larva. Alkalinitas juga berhubungan dengan mekanisme pengaturan osmotik cairan tubuhnya.

Perairan dengan nilai alkalinitas tinggi lebih produktif daripada perairan dengan nilai alkalinitas rendah. Lebih

produktifnya perairan ini sebenarnya tidak berkaitan secara langsung dengan nilai alkalinitas akan tetapi berkaitan dengan keberadaan fosfor dan elemen esensial lainnya yang meningkat kadarnya dengan meningkatnya alkalinitas. Menurut Effendie (2000), nilai alkalinitas yang baik berkisar antara 30--500 mg/L CaCO_3 . Masser & Rouse (1997) melaporkan bahwa *Cherax* sp. dapat hidup pada alkalinitas 20--300 mg/L, sedangkan Kartamulia & Rouse (1992) menyatakan bahwa alkalinitas ideal untuk budidaya *Cherax quadricarinatus* berkisar antara 40--100 mg/L. Wiyanto & Hartono (2003) berpendapat bahwa alkalinitas terbaik untuk *Cherax* sp. adalah 100--200 mg CaCO_3 /L.

Suhu

Suhu memegang peranan penting dalam mempengaruhi laju pertumbuhan organisme air tawar. Suhu air dapat berpengaruh terhadap sistem kerja enzim dan derajat metabolisme dalam tubuh organisme air. Suhu yang melebihi kisaran suhu optimal dapat meningkatkan konsumsi O_2 yang disebabkan peningkatan suhu tubuh serta laju metabolisme. Selain itu suhu tinggi cenderung menyebabkan kadar oksigen terlarut menurun. Oksigen terlarut selain untuk metabolisme *Cherax* sp., juga sangat penting dalam menetralisasi keadaan air yang memburuk yaitu dengan cara mempercepat proses oksidasi dari gas-gas racun seperti kandungan amoniak dan hidrogen sulfida. Sedangkan suhu di bawah kisaran suhu optimal akan mengakibatkan respon imunitas menjadi lambat, mengurangi nafsu makan, aktivitas, dan pertumbuhan (Aziz, 1979). Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi akan mengganggu pertumbuhan dan *Cherax* sp. akan membenamkan diri dalam lumpur atau menjadi tidak aktif (Bardach *et al.*, 1972).

Umumnya *Cherax* sp. mampu menyesuaikan diri untuk hidup di perairan tropika (Riek, 1972). Di daerah tropis, kemungkinan terjadinya suhu tinggi lebih besar daripada suhu rendah. *Cherax* sp. mampu hidup pada kisaran suhu 1°C--35°C, sedangkan suhu optimal untuk pertumbuhannya tergantung jenisnya (BPPT, 1981). Menurut Rouse (1977), *Cherax* sp. jenis *redclaw* mengalami pertumbuhan terbaik pada suhu air 24°C--29°C, sedangkan Bardach *et al.* (1972) melaporkan bahwa pertumbuhan optimum *Cherax* sp. adalah pada kisaran suhu antara 21°C--29°C.

Oksigen terlarut

Oksigen terlarut merupakan jumlah mg/L gas O_2 yang terlarut dalam air. Ketersediaan oksigen terlarut sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan organisme, selain untuk metabolisme, juga berperan penting dalam menetralisasi keadaan air yang memburuk dengan cara

mempercepat proses oksidasi gas-gas beracun seperti amonia dan hidrogen sulfida.

Menurut Masser & Rouse (1997), *Cherax* sp. jenis *red claw* dewasa mampu bertahan terhadap kadar oksigen terlarut sangat rendah (sampai 1 mg/L), tetapi *red claw* muda lebih rentan. Namun Morrissey (1970); Avault *et al.* (1975); dan Weatly & Mahon (1981) berpendapat bahwa batas kritis oksigen terlarut untuk *Cherax* sp. adalah 5,2 mg/L pada suhu 22°C, dan kandungan di bawah nilai tersebut bersifat *lethal*.

pH

Derajat keasaman (pH) mendeskripsikan konsentrasi hidrogen (Tebbut, 1992 dalam Effendi, 2000). Derajat keasaman merupakan salah satu sifat kimia perairan yang secara langsung berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan sintasan udang. Mortalitas yang tinggi pada fase *postlarva* *Cherax* sp. antara lain disebabkan pH (buffer) media yang tidak cocok sehingga membatasi sintasanya. Nilai pH juga mempengaruhi daya racun bahan atau faktor kimia lain, misalnya daya racun amonia meningkat jika pH meningkat dan daya racun H_2S meningkat jika pH turun (Boyd, 1990).

Cherax sp. hidup pada perairan dengan kisaran pH sedikit basa antara 7,0--9,0 dan jarang dijumpai berada di perairan dengan pH kurang dari 7,0 (Masser & Rouse, 1997). France (1981) melaporkan bahwa tingkat sintasan tertinggi populasi *Cherax* sp. berada pada pH antara 7,0--8,0. Lowery (1988) menyatakan bahwa jenis lain lobster air tawar, *Austropotamobius pallipes* hidup di air dengan pH antar 7,0--9,0 dan kadar ion kalsium 5 mg/L. Menurut Bardach *et al.* (1972), nilai pH ideal bagi pemeliharaan *Cherax* sp. berkisar antara 5,6--8,2, sedangkan menurut Masser & Rouse (1997), adalah 6,5--9,0.

Amonia

Frobish (1989) berpendapat bahwa amonia adalah hasil akhir dari proses metabolisme hewan dan dekomposisi bahan organik oleh bakteri. Amonia yang terukur di perairan memiliki dua bentuk yaitu amonia tidak terionisasi (NH_3) yang bersifat racun dan amonia terionisasi (NH_4^+).

Boyd (1990) menyatakan bahwa keberadaan amonia dapat menghambat pertumbuhan karena dapat merusak insang sehingga mereduksi masuknya O_2 ke dalam tubuh organisme, yang pada gilirannya kebutuhan energi untuk keperluan detoksifikasi menjadi lebih besar. Amonia juga mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen, mengganggu proses osmoregulasi dan mengakibatkan kerusakan fisik pada jaringan.

Masser & Rouse (1997) melaporkan bahwa *Cherax* sp. jenis *red claw* toleran terhadap konsentrasi amonia terionisasi sampai 1 mg/L dalam jangka waktu yang pendek, sedangkan Rouse (1977) melaporkan bahwa kadar amoniak tidak boleh lebih dari 0,1 mg/L.

Nitrit

Nitrit (NO_2) biasanya ditemukan dalam jumlah sangat sedikit di perairan alami karena sifatnya tidak stabil. Reaksinya dengan oksigen akan merubah nitrit menjadi nitrat, sedangkan pada perairan anaerob nitrit dapat berubah menjadi amonia. Seperti halnya amonia, nitrit bersifat racun bagi organisme perairan, meskipun daya racunnya lebih rendah daripada amonia (Spotte, 1979).

Organisme yang terpapar nitrit berlebihan akan mengalami gangguan proses pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah, bahkan pada kadar tinggi dapat

terbentuk methemoglobin yang tidak mampu mengikat O_2 (Effendi, 2000). Menurut Masser & Rouse (1997), *Cherax* sp. jenis *red claw* toleran terhadap kandungan nitrit sampai 0,5 mg/L dalam jangka waktu pendek.

KESIMPULAN

Faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan lobster air tawar (*Cherax* sp.) pada khususnya dan krustasea pada umumnya adalah kelancaran proses ganti kulit, di mana proses ini sangat memerlukan pasokan kalsium baik dari air media, makanan maupun kulit lama. Kecukupan kalsium dan kesesuaian alkalinitas perairan, sebagai faktor yang dapat menstimulasi pergantian kulit dapat dibantu dengan pengapuran.

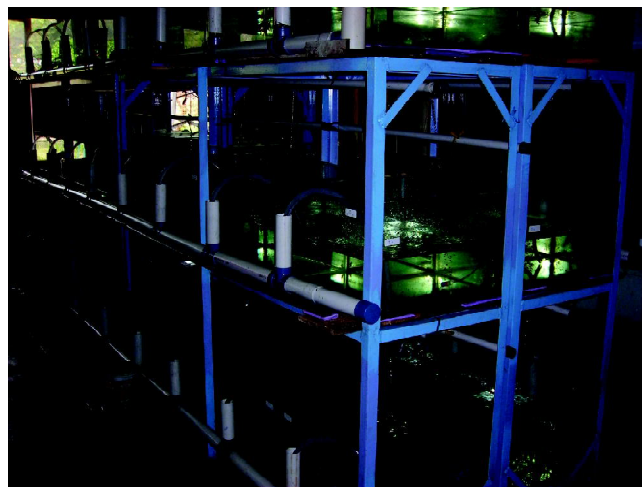
Kualitas air media pemeliharaan juga merupakan faktor yang sangat berpengaruh baik terhadap pertumbuhan maupun sintasan *Cherax* sp. Alkalinitas, suhu, oksigen



Gambar 1. *Cherax* sp. sesaat setelah melepaskan kulit lamanya



Gambar 2. *Cherax quadricarinatus*



Gambar 3. Akuarium untuk pemijahan dan pemeliharaan benih *Cherax*

terlarut, pH, adalah parameter kualitas air media yang harus selalu dipantau dan diupayakan untuk berada dalam kisaran optimalnya, sedangkan amonia dan nitrit adalah gas-gas beracun yang harus diwaspadai agar kadarnya tidak melebihi batas minimumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegboye, J.O.D. 1981^a. Calcium Homeostasis in the Crayfish. dalam Goldman R.C (Editor). *Paper from the 5th International Symposium on Freshwater Crayfish*. Davis. California. USA. p. 137—153.
- Adegboye, J.O.D. 1981^b. Table Size and Physiological Condition of the Crayfish in Relation to Calcium Ion Accumulation dalam Goldman R.C (Editor). *Paper from the 5th International Symposium on Freshwater Crayfish*. Davis. California. USA. p. 115—125.
- Affandi, R. and U.M. Tang. 2002. Fisiologi Hewan Air. Unri Press. Riau. 217 pp.
- Avault, J.V., Larry W. Jr., de la Bretagne, and J.V. Huner. 1975. Two Major Problems in Culturing Crayfish in Ponds: Oxygen Depletion and Overcrowding. *Paper from the Second International Symposium on Freshwater Crayfish*. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. p. 139--144.
- Aziz, K.A. 1979. Studies on the Biology of Juveniles of The Prawns, *Matapenaeus bennettiae* Racek and Dall, with Special Reference on the Habitat, Substratum Preference, Temperature and Salinity Tolerances, and Growth. MSc Thesis. University of Queensland. 133 pp.
- Bardach, J.E., John H. Rhyter, and W.O. Mc Larvey. 1972. Aquaculture, the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organism. Willey Interscience. 651 pp.
- Boyd, C.E. 1982. Water Quality Manajemen for Pond Fish Culture. *Elsevier Scientific Publishing Company*. Amsterdam, Oxford. New York. 318 pp.
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture, Agricultural Experiment Station. Auburn University. Auburn. Alabama. USA. 482 pp.
- BPPT (Team Peneliti BPPT). 1981. Domestikasi *Cherax* (Progress Report). Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Proyek Pengkajian Teknik Terapan. Jakarta. p. 6—9.
- Chittleborough, R.G. 1975. Environmental Factors Affecting Growth and Survival of Juvenile Western Rock Lobster, *Panulirus longipes* (Milne Edwards) Aust. *J. Mar and Freshwater*. 26: 177—196.
- Cripps, M.C. and R.M. Nakamura. 1977. The effect of CaCO₃ in the water and on growth of *Macrobrachium rosenbergii*. *Freshwater prawn Farming (Genus Macrobrachium) in the Western Hemisphere*. A State of the Art Review and Status Assesment. Compled and Edited By Godwin and Hanson. The Oceanic Institute. Waimanalo. Hawaii. 245 pp.
- Curtis, M.C. and Jones C.M. 1995. Overview of red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, farming practices in northern Australia. *Freshwater Crayfish*. 10: 447--455.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Dewi Sri. Bogor. 112 pp.
- Effendie, M.I. 2000. Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Bogor : Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. p. 90—95.
- France, R.L. 1981. Response the Crayfish *Orconectes Virilis* to Experimental Acidification of a Lake with Special Reference to the Importance of Calcium. In : Goldman, R.C. (Editor). *Paper from the 5th International Symposium on Freshwater Crayfish*. Davis. California. USA. p. 98—111.
- Frobish, L.T. 1989. Water Quality Management Aeration in Shrimp Farming. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Alabama. 39 pp.
- Hadie, W., L. Emmawatie, I. Muljanah, dan Murniyati. 2001. Tingkah Laku Makan dan *Molting* pada Udang. dalam *Workshop Hasil Penelitian Budidaya Udang Galah*. Jakarta, 26 Juli 2001. Jakarta. Pusat Riset Perikanan Budidaya. 150 pp.
- Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In L.G. Abele (Ed). *The biology of Crustacea*. 2: Embryology. Morphology and Genetics. Akademik Press. New York. p. 111—196.
- Iskandar. 2003. Budidaya Lobster Air Tawar. Penebar Swadaya. Jakarta. 76 pp.
- Kartamulia, I. and D.B. Rouse. 1992. Survival and Growth of Marron *Cherax tenuimanus* in Outdoor Tanks in the South eastern USA. *Journal of the World Aquaculture Society*. 23(2): 169--172.
- Ling, S.W. 1976. A General Account on the Biology of the Giant Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* and Method for Its Rearing and Culturing. FAO. 18 pp.
- Lowery, R.S. 1988. Growth, Molting and Reproduction. In : Holdisch, D.M. and R.S Lowery. (Editor). *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Croom Helm. London. p. 83—113.
- Masser, M.P. and D.B. Rouse. 1997. Australian RedClaw Crayfish. Southern Regional *Aquaculture Center*. 244 pp.
- McVey, J.P. 1983. CRC Handbook of Mariculture. *Crustacean Aquaculture*. CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida. (I): 179—231.

- Merrick, J.R. 1993. Freshwater Crayfish of New South Wales. Linnean Society of New South Wales. Australia. 127 pp.
- Morrissy, N.M. 1970. Spawning of Marron, *Cherax tenuimanus* (Smith) (Decapoda: Parastacidae) in Western Australia. *Fisheries Bulletin*. Departement of Fisheries and Fauna. Western Australia 10: 1--23.
- Powers, L.W and D.E. Bliss, 1983. Terrestrial Adaptations. In : Bliss, D.E, F.J. Vernberg, and W.B. Vernberg, W.B. (Editors). *The Biology of Crustacean. Environmental Adaptations*. Academic Press. New York. 8: 312--315.
- Riek, E.F. 1972. The phylogeny of the Parastacidae (Crustacea: Astacoidea) and Description of a New Genus of Australian Freshwater Crayfish. *Australian Journal Zoology*. 20(4): 369--389.
- Rouse, D.B. 1977. Production of Australian Red Claw Crayfish. Auburn University. Alabama. USA. 11 pp.
- Soegiarto. 1979. Udang, Biologi, Potensi, Budidaya, Produksi dan Udang sebagai Bahan Makanan di Indonesia. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Ekonomi, Lembaga Oseanologi Nasional Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 52 pp.
- Spotte, 1979. Fish and Interbrate Culture. 2nd. A Wiley Publication. Wiley and Son, Inc. New York. 413 pp.
- Thorne, D.W. and M. D. Thorne. 1979. Soil, Water and Crop Production. Wesport: *AVI Publishing Company*. 361 pp.
- Weatly, M.G and B.R. McMahon. 1981. Respiration and Ionoregulation in the Euryhaline Crayfish *Pacifastacus leniusculus* on Exposure to High Salinity: An Overview. dalam Goldman R.C (Editor). *Paper from the 5th International Symposium on Freshwater Crayfish*. Davis. California. USA. p. 43--57.
- Wickins, J.F and D.O.C. Lee. 2002. Crustacean Farming, Ranching and Culture. *Blackwell Science*. 446 pp.
- Wiyanto, H. dan R. Hartono. 2003. Lobster Air Tawar, Pembenihan dan Pembesaran. Penebar Swadaya. Jakarta. 79 pp.