

Short Paper
-------------

**UPAYA PENURUNAN TINGKAT KANIBALISME RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*) DENGAN PEMBERIAN SUPLEMEN TRIPTOFAN**

**DECREASING OF CANNIBALISM LEVEL OF SWIMMING CRABS (*Portunus pelagicus*) WITH TRYPTOPHAN SUPPLEMENT**

Suharyanto<sup>\*)</sup>, Yani Aryati<sup>\*\*)</sup>, dan Suwardi Tahe<sup>\*)</sup>

**Abstract**

The aim of this experiment was to find out the suitable dosage of tryptophan mixed in diet of trash fish were fed and to decrease cannibalism levels of swimming crabs (*Portunus pelagicus*) reared in fiber glass tanks. The research was conducted in research station of Research Institute for Brackishwater Aquaculture Maranak, Maros South Sulawesi on 8<sup>th</sup> May to 8<sup>th</sup> June 2006. Twelve fiber glass tanks were used of this research and the dimension of 1 x 1 x 0.5 m. Crablet of 17<sup>th</sup> from hatchery were used to this research and the dimension of 7.2 ± 0.2 mm width and 0.05 ± 0.02 g body weight. Hundred crablets were spreaded on the each tanks. The treatments were applied of dosage of tryptophan were mixed in the trash fish (*Sardinella* sp) as much as (A): 0% of biomass total, (B): 0.5%, (C): 1.0% and (D): 1.5% of biomass total with three replicates respectively. Variables monitored growth of carapace width and body weight, cannibalism levels, survival rate of swimming crab and water quality. Experimental design used complete randomized design. During of rearing were fed trash fish (*Sardinella* sp) with frequency of three times a days of dosage 15% of total body weight. The result showed that the crablet fed the diet with additional 1.5% tryptophan had significantly lower (P<0.05) cannibalisms compared to the crablet feed the control diet. The crablet fed the diet with additional 1.5% tryptophan had significantly higher (P<0.05) survival rate compared to the crablet fed the control diet. However, there were not significantly different specific growth rate among the treatments. Based on this result that additional 1.5% tryptophan could be decrease cannibalisms of swimming crabs crablet during experiment.

**Key word: Swimming crab, cannibalism, tryptophan, growth, survival rate**

Rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomi. Pasarnya tidak hanya dalam negeri tetapi sudah mulai merambah pasar luar negeri, terutama pasar negara-negara Eropa. Rajungan diekspor dalam bentuk segar ke negara seperti Singapura, Jepang dan

Amerika. Selama ini rajungan dihasilkan dari hasil tangkapan di laut sehingga sangat dikhawatirkan akan mempengaruhi populasinya di alam (Supriatna, 1999, Juwana 2002). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, budidaya merupakan salah satu alternatif yang sangat bijaksana. Kegagalan yang

<sup>\*)</sup> Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros. Jln. Makmur Dg. Sitakka No. 129 Maros 90512 Sulawesi Selatan.

<sup>\*\*)</sup> Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta.

<sup>\*)</sup> Penulis untuk korespondensi: E-mail: litkanta @ indosat. ned. id

ditemui dalam usaha tersebut salah satunya disebabkan oleh kurangnya riset yang terencana (Dahuri, 2004).

Rajungan termasuk dalam kelas crustacea (udang, kepiting, dan kelomang) yang pada umumnya secara ekologis memiliki peran dalam proses ekosistem (Dahuri, 2004). Rajungan merupakan jenis kepiting yang dapat berenang (*swimming crab*), penelitian tentang kepiting rajungan telah lama dilakukan oleh Balai Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol. Namun demikian permasalahan yang timbul adalah tingkat kanibalisme yang cukup tinggi baik dari stadia megalopa sampai stadia krablet (Susanto *et al* 2005). Demikian juga pada pembesaran di tambak tingkat kanibalisme masih cukup tinggi, sintasan yang diperoleh adalah 10,6% (Suharyanto dan Tahe 2005).

Kanibalisme pada umumnya berhubungan dengan genetik dan kebiasaan hidup. Perbedaan ukuran yang ada dalam kelompok karena variasi genetik menjadi penyebab utama. Di sisi lain kebiasaan tersebut ditentukan oleh kondisi lingkungan seperti ketersediaan pakan, tipe pakan, komposisi nutrisi pada pakan, populasi, densitas, intensitas cahaya, adanya naungan dan kejernihan.

Metode meminimasi kanibalisme diantaranya adalah dengan memanipulasi tingkat kekenyangan, frekuensi pemberian pakan yang optimal, distribusi pakan, penentuan jenis pakan yang sudah disukai. Pada penelitian yang sudah dilakukan diketahui bahwa *finfish*, *Lagodon rhomboids* sangat sensitive pada Glysin, *Tilapia zillii* sangat sensitif pada alkaline dan asam amino netral (Adams *et al*, 1996).

Pada hewan vertebrata, peningkatan aktivitas serotonergik otak menyebabkan penghambatan terhadap sifat agresif (Winberg dan Nilsson, 1993; Young, 1996). Pada teleostei, Munro (1986); Maler dan Ellis (1987) menemukan bahwa injeksi serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-

HT) menghambat sifat agresif pada ikan cichlid, *Aequidens pulcher*, dan ikan *knifefish*, *Apteronotus leptorhynchus*.

Triptofan merupakan salah satu jenis asam amino esensial yang berfungsi sebagai precursor 5-HT (Leathwood, 1987). Pada mamalia dan burung suplementasi tryptophan dalam pakan dapat meningkatkan sintesis 5-HT dalam otak (Fernstrom dan Wurtman, 1971); Leathwood, 1987; Denbow *et al.*, 1993) dan dapat menurunkan tingkat agresifnya (Chamberlain *et al.* 1987); Shea *et al.*, 1991; Cleare dan Bond, 1995; Savory *et al.*, 1999). Dari informasi di atas maka perlu penelitian tentang penggunaan triptofan dalam meminimalisasi tingkat kanibalisme pada krablet rajungan, terutama dosis yang tepat triptofan yang diberikan dalam pakan rajungan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan sintasan dalam pembesaran rajungan di tambak. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi tentang dosis triptofan yang tepat yang dicampur dalam pakan berupa ikan rucah yang diberikan dan untuk mengurangi tingkat kanibalisme kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) yang dipelihara dalam bak-bak pemeliharaan.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium basah Instalasi Tambak Penelitian Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros, Sulawesi Selatan mulai tanggal 8 Mei sampai dengan 8 Juni 2006. Perlakuan yang di aplikasikan adalah dosis Triptofan yang dicampur dalam pakan berupa ikan rucah dari jenis ikan sibula (*Sardinella* sp.) sebanyak (A): 0%, (B): 0,5% , (C): 1,0% dan (D): 1,5% dari total biomass, masing-masing dengan 3 kali ulangan. Triptofan tersebut diperoleh dari toko bahan kimia dalam kemasan botol plastik 25 g dan berbentuk *powder*. Triptofan dicampur dalam pakan rucah yang telah diblender terlebih dahulu sesuai perlakuan.

Wadah penelitian yang digunakan adalah 12 unit bak fiber ukuran 1 x 1 x 0,5 m yang diisi air sebanyak 200 liter, dengan pergantian air setiap 1 minggu sekali sebanyak 50%. Penyiponan dilakukan setiap hari dengan membuang kotoran dan sisa-sisa pakan yang berlebih. Pada dasar bak diberi selter berupa waring berukuran 15 x 40 cm, diikat bagian tengahnya sehingga berbentuk seperti kupu-kupu, masing-masing bak diberi selter sebanyak 4 buah. Pemberian pakan dilaksanakan 3 kali sehari yaitu pagi, siang dan malam hari dengan dosis 15% dari total biomass rajungan.

Hewan uji yang digunakan adalah benih kepiting rajungan (krablet 17) yang diperoleh dari *hatchery*. Krablet 17 tersebut berukuran lebar karapas rata-rata  $7,2 \pm 0,2$  mm dan bobot rata-rata adalah  $0,05 \pm 0,02$  g, dan ditebar dalam setiap bak pemeliharaan dengan kepadatan 100 ekor/200 l.

Sampling dilakukan tiap 1 minggu sekali selama satu bulan yaitu pertumbuhan meliputi lebar karapas dan berat rajungan dengan cara mengambil 10 individu rajungan menggunakan seser. Kemudian sintasan diukur pada akhir penelitian, selanjutnya data yang diperoleh dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL).

Pertumbuhan lebar karapas diukur dengan menggunakan mistar dengan ketelitian 0,1 mm. Selanjutnya pertumbuhan berat diukur dengan timbangan digital (AND GF 1200) dengan ketelitian 0,1 g. Untuk menghitung laju pertumbuhan berdasarkan rumus dari Zonneveld *et al.* (1991) sebagai berikut:

$$Gr: \{(Wt-Wo)/(t)\}$$

Keterangan:

- Gr : Laju bertumbuhan (g/hari)
- Wt : Berat pada akhir percobaan (g)
- Wo : Berat pada awal percobaan (g)
- t : Lama percobaan (hari)

Kemudian sintasan dihitung pada akhir penelitian, dengan cara menghitung jumlah yang hidup pada masing-masing perlakuan. Untuk persentase sintasan benih rajungan dihitung berdasarkan rumus dari Effendi (1979) sebagai berikut:

$$S:Nt/Nox100$$

Keterangan:

- S : Sintasan (%)
- Nt : Jumlah pada akhir percobaan (ekor)
- No : Jumlah pada awal percobaan (ekor)

Selain sintasan diamati pula jumlah krablet rajungan yang mati akibat kanibalisme dan dihitung berdasarkan rumus dari Hseu *et al.* (2003) sebagai berikut:

$$\frac{(\sum \text{krablet awal} - \sum \text{krablet tersisa (hidup)})}{\sum \text{krablet mati bukan akibat kanibalisme}} \times 100\%$$

Data pertumbuhan mutlak, tingkat kanibalisme dan sintasan yang diperoleh dihitung dan diuji dengan analisis ragam dengan pola rancangan acak lengkap (RAL). Parameter kualitas air meliputi, salinitas, suhu air, O<sub>2</sub> terlarut, pH, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, dan BOT, diukur setiap dua minggu sekali. Salinitas ditera langsung dengan menggunakan refraktometer. Oksigen terlarut, pH dan suhu air juga ditera langsung dengan menggunakan DO meter. Amonium, nitrat, nitrit, fosfat dan bahan organik total (BOT) diambil menggunakan botol sampel, dibawa ke laboratorium, disaring dan ditera dengan spektrofotometer. Data yang diperoleh dibahas secara deskriptif.

Hasil pengamatan selama 4 minggu pengaruh penambahan triptofan dalam pakan ikan rucah terhadap tingkat kanibalisme, sintasan, dan pertumbuhan krablet kepiting rajungan tersaji pada Table 1.

Tabel 1. Pertumbuhan lebar karapas, berat, sintasan dan tingkat kanibalisme rajungan selama percobaan

Variabel	Dosis triptofan			
	A(0%)	B (0.5%)	C (1.0%)	D (1.5%)
Rerata pertambahan bobot mutlak (g)	1.12 ± 0.9 <sup>a</sup>	1.19 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.7 <sup>a</sup>	1.15 ± 0.5 <sup>a</sup>
Rerata pertambahan lebar mutlak (mm)	10.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	11.1 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.9 ± 4.3 <sup>a</sup>	13.2 ± 0.4 <sup>a</sup>
Sintasan (%)	8.7 ± 2.3 <sup>a</sup>	10.7 ± 1.2 <sup>a</sup>	14.0 ± 6.9 <sup>b</sup>	16.3 ± 7.0 <sup>b</sup>
Tingkat kanibalisme (%)	24.6 ± 2.3 <sup>a</sup>	22.6 ± 3.4 <sup>a</sup>	16.1 ± 1.4 <sup>b</sup>	15.3 ± 1.6 <sup>b</sup>

\*Nilai yang diikuti superscript serupa dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ )

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kanibalisme kepiting rajungan tertinggi terjadi pada perlakuan penambahan 0% dan 0,5% triptofan, masing-masing sebesar  $24.6 \pm 2.3\%$  dan  $22.6 \pm 3.4\%$ , sedangkan yang terendah terjadi pada perlakuan penambahan triptofan sebanyak 1,5% dalam pakan sebesar  $15.3 \pm 1.6\%$ . Dengan demikian, tampaknya penambahan 1,5% triptofan dalam pakan ini dapat menekan tingkat kanibalisme krablet rajungan dan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan kontrol (0% :  $24.6 \pm 2.3\%$ ) dan penambahan 0,5% triptofan ( $22.6 \pm 3.4\%$ ), meskipun tidak berbeda nyata dengan penambahan 1% triptofan dalam pakan. Hasil penelitian ini sedikit lebih tinggi bila dibandingkan dengan dosis triptofan yang diberikan pada ikan kerapu jenis, *Epinephelus coioides*, Hseu *et al.* (2003) melaporkan bahwa penambahan 0,5% triptofan dalam pakan sudah dapat menurunkan tingkat kanibalisme ikan tersebut secara nyata dibandingkan yang tidak diberi tambahan triptofan. Kemudian Kamaruddin *et al.* (2006), melaporkan dosis penambahan triptofan 1% kedalam pakan untuk ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dapat menurunkan tingkat kanibalisme ikan tersebut. Adanya sedikit perbedaan hasil dari kedua penelitian ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis ikan atau akibat perbedaan formulasi pakan. Triptofan merupakan salah satu jenis asam amino esensial yang penting bagi pertumbuhan ikan, selain itu triptofan juga merupakan precursor untuk sintesis serotonin dalam otak. Semakin tinggi konsumsi triptofan oleh ikan, maka

cenderung produksi serotonin dalam otaknya juga meningkat (Hseu *et al.* 2003). Munro (1986) dan Maler & Ellis (1987) melaporkan bahwa semakin tinggi kadar serotonin dalam otak, maka tingkat agresif ikan cenderung menurun. Pada penelitian ini dapat diperkirakan bahwa agresifitas krablet rajungan cenderung menurun dengan adanya penambahan triptofan sebanyak 1,5% dalam pakan.

Menurut pengamatan Van Damme *et al.*, (1989), pada larva dan juvenil ikan mas, *Cyprinus carpio*, korban kanibalisme dapat dibedakan menjadi 2 tipe: kanibalisme tipe I, yaitu korban dimangsa hanya pada bagian ekor dan badan saja sementara bagian kepalanya dibuang, Kanibalisme tipe II yaitu, mangsa dimakan bisa mulai dari kepala (IIa) atau dari ekor (IIb) lalu ditelan dan dicerna (IIa). Pada pengamatan di krablet rajungan ini, umumnya ditemukan kanibalisme tipe I. Rajungan yang lebih besar dan sehat selalu mengalahkan dan memangsa yang lebih kecil dan lemah. Hal yang sama juga dilaporkan pada ikan kerapu lumpur (Hseu *et al.* 2003). Tetapi kadang-kadang mangsa yang diterkam dari arah ekor, ada yang dapat melepaskan diri, namun umumnya telah mengalami luka sehingga tidak mampu bertahan hidup lama. Namun Hseu *et al.* (2003) melaporkan bahwa pada ikan kerapu *Epinephelus coioides* tidak ditemukan adanya ikan mati karena luka akibat bekas gigitan. Hal ini bisa terjadi karena ukuran ikan pada penelitian ini relatif lebih besar daripada yang dipakai oleh Hseu *et al.* (2003). Pada penelitian ini, juga sering

ditemukan antara mangsa dan pemangsa mati bersama, dan ini umumnya terjadi jika ukuran rajungan hampir sama mereka terlihat saling menjepit.

Sintasan kepiting rajungan tertinggi pada penelitian ini didapatkan pada perlakuan penambahan 1,5% dan 1,5% triptofan masing-masing sebesar  $16.3 \pm 7.0\%$  dan  $14.0 \pm 6.9\%$  dan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) yang didapatkan pada penambahan 0% dan 0,5% triptofan masing-masing sebesar  $8.7 \pm 2.3\%$  dan  $10.7 \pm 1.2\%$ . Hal ini disebabkan tingginya tingkat kanibalisme rajungan pada perlakuan penambahan 0% dan 0,5% triptofan dalam pakan ikan rucah. Secara umum, sintasan rajungan yang diperoleh pada penelitian ini relatif rendah, hal ini disebabkan selama penelitian berlangsung tidak dilakukan pengelompokan ukuran (*size grading*). Kematian rajungan tertinggi 40-50% pada setiap bak perlakuan terjadi pada minggu pertama penelitian, di mana peran triptofan dalam pakan yang dimakan belum optimal. Hal yang relatif sama juga dilaporkan oleh Hseu *et al.* (2003) dan Kamaruddin *et al.* (2006). Rendahnya sintasan pada setiap perlakuan juga sebagai akibat dari kandungan unsur nitrogen yang cukup tinggi (Tabel 2),  $0,1164 \pm 0,1431 - 0,1660 \pm 0,1334$  ppm, sedangkan menurut Schmittou (1991), konsentrasi nitrit sebesar 0,1 ppm dapat menyebabkan stress pada organisme akuatik. Bila konsentrasinya mencapai 1,00 ppm dapat menyebabkan kematian. Dengan konsentrasi nitrit yang cukup tinggi tersebut kepiting rajungan sebagian besar mengalami stres, karena stres aktifitas kehidupannya juga mengalami gangguan.

Penambahan triptofan dalam pakan ikan rucah ini hingga 1,5% belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan, dan pertambahan bobot ikan ( $P > 0,05$ ) dan masih relatif sama dengan pakan kontrol (tanpa penambahan triptofan). Sementara Hseu *et al.*, (2003) melaporkan hasil bahwa juvenil ikan kerapu *E. coioides*

yang diberi tambahan triptofan 1% dalam pakannya cenderung memiliki ukuran ikan yang lebih kecil dibandingkan tanpa penambahan triptofan. Pada pengamatan yang dilakukan oleh Hseu *et al.* (2003) menunjukkan penambahan triptofan hingga 1% dalam pakan cenderung menurunkan konsumsi pakan juvenil ikan kerapu *E. coioides*. Sementara pada penelitian ini, jumlah konsumsi pakan krablet rajungan masih cenderung relatif sama diantara perlakuan, kecuali pada perlakuan dengan penambahan 0,5% triptofan relatif lebih rendah, namun konsumsi pakan meningkat lagi pada penambahan triptofan 1%. Fenomena ini belum diketahui dengan jelas.

Hasil pengukuran kualitas air tersaji pada Tabel 2. Unsur nitrogen dalam suatu perairan merupakan unsur penting dalam proses pembentukan protoplasma. Hasil pengukuran unsur tersebut menunjukan bahwa kandungan nitrogen cukup tinggi yakni  $0,1164 \pm 0,1431 - 0,1660 \pm 0,1334$  ppm.

Tingginya kandungan nitrit disebabkan tidak termanfaatkannya nitrit tersebut oleh fitoplankton karena kurangnya sinar matahari yang masuk ke dalam bak-bak penelitian, sehingga proses fotosintesis terganggu. Padahal kandungan nitrogen sangat diperlukan karena unsur nitrogen dalam suatu perairan merupakan unsur penting dalam proses pembentukan protoplasma. Menurut Schmittou (1991), konsentrasi nitrit dalam suatu perairan tidak boleh melebihi 0,1 ppm, jika melebihi dari 0,1 ppm maka proses metabolisme organisme tersebut akan terganggu.

Hasil pengukuran  $PO_4\text{-P}$ , masih dalam kisaran yang layak bagi kehidupan akuatik. Menurut Chu (1943), batas terendah yang dibutuhkan adalah 0,018-0,090 ppm, sedangkan untuk pertumbuhan yang optimum adalah 0,09-1,80 ppm. Pengamatan oksigen terlarut selama penelitian pada masing-masing perlakuan menurut Schmittou (1991) masih menunjukkan kriteria yang aman untuk kehidupannya.

Tabel 2. Hasil rata-rata pengukuran kualitas air harian pada masing-masing perlakuan selama penelitian

Variabel	Dosis triptofan			
	A(0%)	B (0.5%)	C (1.0%)	D (1.5%)
Suhu air (°C)	28,6 ± 1,2	28,6 ± 1,2	28,6 ± 1,1	28,6 ± 1,1
Salinitas (ppt)	30,1 ± 3,7	30,1 ± 4,4	30,6 ± 3,9	30,6 ± 3,9
pH	8,2 ± 0,2	8,2 ± 0,2	8,2 ± 0,2	8,2 ± 0,2
Oksigen (ppm)	5,4 ± 1,1	5,3 ± 1,0	5,2 ± 0,8	5.1 ± 1.1
Amonia (ppm)	0,1137 ± 0,1070	0,0828 ± 0,0642	0,0732 ± 0,0600	0,0706 ± 0,0732
Nitrit (ppm)	0,1164 ± 0,1431	0,1660 ± 0,1334	0,1229 ± 0,1107	0,1656 ± 0,1331
Fosfat (ppm)	0.1742 ± 0,1454	0.1660 ± 0.1514	0.2025 ± 0.1105	0.1372 ± 0.2024
Bahan Organik Total (ppm)	11.39 ± 6.16	10.26 ± 3.86	10.82 ± 3.92	11.45 ± 5.0

Hasil pengukuran bahan organik total (BOT), berkisar antara  $10.26 \pm 3.86$  -  $11.45 \pm 5.06$  ppm. Bahan organik total di perairan dapat berupa bahan organik hidup (Seston) dan bahan organik mati (tripton dan detritus). Menurut Koesbiono (1981), bahan organik terlarut bukan hanya sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai sumber bahan organik esensial bagi organisme perairan. Sedangkan menurut Reid (1961), perairan dengan kandungan bahan organik total di atas 26 ppm adalah tergolong perairan yang subur. Hal ini terlihat bahwa pada pagi hari banyak kepiting rajungan yang bersembunyi dibalik selter selter waring sambil memakan organisme penempel yang terdapat pada selter tersebut. Dari hasil pengamatan kualitas air pada masing-masing bak perlakuan, maka dapat dikategorikan cukup memenuhi syarat untuk pembesaran kepiting rajungan.

### Kesimpulan dan Saran

Penambahan asam amino triptofan dalam pakan ikan rucah sebanyak 1,5% dari total biomass dapat menekan tingkat kanibalisme rajungan tanpa mempengaruhi laju pertumbuhan, pertambahan bobot dan lebar karapas, serta dapat meningkatkan sintasan pada krablet rajungan selama pemeliharaan.

Disarankan perlu penelitian lebih lanjut, untuk melihat pengaruh asam amino triptofan terhadap pertumbuhan dan sintasan kepiting rajungan yang dibudidayakan di tambak.

### Ucapan Terima Kasih

Diucapkan terima kasih kepada Sdr. Zainal, Kurniah dan Haryani teknisi dan analis BRPBAP yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan menganalisis kualitas air.

### Daftar Pustaka

- Adam, C.F. , N.R. Liley and B.B.Gorzalka. 1996. PCPA increases aggression in male firemouth cichlids. *Pharmacology* 53: 328-330.
- Chamberlain, B., F.R. Ervin, R.O. Pihl, and S.N. Young. 1987. The effect of raising or lowering tryptophan levels on aggression in vervet monkeys. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 28:503-510.
- Chu, S.P. 1943. The influence of mineral composition of the medium on the growth of phytoplankton algae. Part II. The influence of concentration of inorganic nitrogen and phosphate phosphorus. *The Ecol.* 31(2): 1-19.

- Cleare, A.J., & A.J. Bond. 1995. The effect tryptophan depletion and enhancement on subjective and behavioural aggression in normal male subjects. *Psychopharmacology* 118: 505-511.
- Dahuri, R., 2004. Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. Penerbit Praduga Paramita. Jakarta. 328 pp.
- Denbow, D.M., Hobbs, F.C., Hylet, R.M. Graham, P.P., Potter, L.M., 1993. Supplemental dietary L-tryptophan effects on growth, meat quality, and brain catecholamine and indoleamine concentrations in turkey. *Br. Poult. Sci* 34, 715-724.
- Effendi, M.I. 1979. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hal.
- Fernstronm, J.D., Wurtman, R.J., 1971. Brain serotonin content: physiological dependence on plasma tryptophan levels. *Science* 173, 149-152.
- Hseu, J.R., F.I. Lu, H.M. Su, L.S. Wang, C.L. Tsai, P.P. Hwang., 2003. Effect of exogenous tryptophan on cannibalism, survival and growth in juvenile grouper. Taiwan Fishseries Research Institute, Tainan Branch, Tainan, Taiwan. *Aquaculture* 12, 251-264.
- Juwana, S. 2002. Crab culture technique at RDCO-LIPI, Jakarta, Indonesia 1994 – 2001. Proceedings Workshop on Mariculture in Indonesia. Mataram, Lombok Island. Research Center for Oceanography, Institute of Marine Research Norwegian Bergen-Norway. 144 pp.
- Kamaruddin, Usman, dan Rachmansyah. 2006. Pengaruh penambahan triptofan terhadap tingkat kanibalisme, sintasan dan pertumbuhan juwana ikan kerapu macan, *Epinephelus fuscoguttatus*. Makalah disampaikan dalam seminar nasional dan temu bisnis ikan kerapu di Den Pasar Bali Tanggal 21-22 November 2006. 10 pp.
- Koesbiono. 1981. Biologi Laut. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 150 pp.
- Leathwood, P.D., 1987. Tryptophan availability and serotonin synthesis. *Proc.* 46, 143-156.
- Maler, L., and Ellis, W.G., 1987. Inter-male aggressive signals in weakly electric fish are modulated by monoamines. *Behav. Brain. Res.* 25, 75-81.
- Munro, A.D., 1986. Effects of melatonin, serotonin, and naloxone on aggression in isolated cichlid fish (*Aequidens pulcher*). *J. Pineal Res.* 3, 257-262.
- Reid, G.K. 1961. Ecology of Inland water estuaries. Rein hald Published Co. New York. 375 pp.
- Savory, C.J. Mann, J.S., Macleod, M.G., 1999. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentrations and dietary protein source. *Br. Poult. Sci.* 40, 579-584.
- Schmittou, H.R. 1991. Budidaya keramba: Suatu metode produksi ikan di Indonesia. FRDP. Puslitbang Perikanan. Jakarta. Indonesia. 126 pp.
- Shea, M.M., Douglass, L.W., Meneh, J.A., 1991. The intraction of dominance status and supplemental tryptophan on aggression in *Gallus domesticus* males. *Pharmacol. Biochen. Behav.* 38, 587-591.

- Suharyanto dan S. Tahe. 2005. Pengaruh padat tebar berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) di tambak. Laporan Penelitian. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Maros. 11 pp.
- Supriatna, A. 1999. Pemeliharaan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan waktu pemberian pakan artemia yang berbeda. Dalam Sudradjat *et al.* (Eds) Prosiding seminar nasional penelitian dan diseminasi teknologi budidaya laut dan pantai, Jakarta. 2 Desember 1999. Hal. 168 – 172.
- Susanto, B., M. Marzuki, I. Setyadi, D. Syahidah, G.N. Permana, dan Haryanti. 2005. Pengamatan aspek biologi rajungan (*Portunus pelagicus*), dalam menunjang teknik perbenihannya. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*. 10(1): 6-11.
- Van Damme, P., Appelbaum, S., Hecht, T., 1989. Sibling cannibalism in koi carp, *Cyprinus carpio* L., larva and juveniles reared under controlled conditions. *J. World Aquac. Soc.* 27, 323-331.
- Winberg, S., Nilsson, G.E., 1993. Roles of brain monoamine neurotransmitters in agonistic behaviour and stress reactions, with particular reference to fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, C 106, 597-614.
- Young, S.N., 1996. Behavioral effects of dietary neurotransmitter precursor, basic and clinical aspects. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 20, 313-323.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, dan J.H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Pustaka Utama. Gramedia. Jakarta. 71 pp.