

PENGELOLAAN PERAIRAN TAMBAK UDANG DENGAN BIOFILTER KERANG HIJAU

Wedjatmiko

Balai Penelitian Perikanan Laut - Jakarta

ABSTRAK

*Usaha budidaya udang secara intensif di Indonesia, berkembang cepat antara tahun 1985-1990, dan udang mencapai puncak keberhasilan mulai tahun 1987. Namun tahun 1990 budidaya udang intensif mulai banyak menghadapi masalah, antara lain tingginya mortalitas, lambatnya tingkat pertumbuhan dan kegagalan panen akibat udang terserang penyakit. Penyebabnya diantaranya adalah merosotnya lingkungan tambak dan meningkatnya pencemaran. Salah satu usaha untuk mengendalikan mutu lingkungan budidaya adalah melalui pengolahan air (water treatment), dalam hal ini menggunakan kerang hijau (*Perna viridis*) sebagai sarana atau komponen biofilter, yang diaplikasikan pada tandon air pada areal tambak budidaya udang. Seperti diketahui bahwa kerang adalah merupakan hewan air yang mampu mengakumulasi logam berat di air. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas air tambak udang melalui pengurangan konsentrasi pencemar maupun logam berat, melalui proses biofilter oleh kerang hijau. Penelitian ini dilakukan pada tambak udang windu secara intensif di TIR (Tambak Inti Rakyat) Karawang pada tambak seluas 4.000 m². Sebanyak delapan petak tambak, yang terdiri dari empat petak untuk pembesaran dan empat petak digunakan sebagai tandon. Salah satu petak tandon digunakan sebagai petak biofilter. Jumlah kerang hijau yang digunakan sebagai biofilter adalah sebanyak 1.000 kg, yang dipelihara dengan cara digantung di dalam air tandon. Hasil pengamatan yang dilakukan selama penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kerang hijau sebagai komponen biofilter, ternyata mampu menetralkan kandungan logam berat khususnya raksa (Hg) dan timah hitam (Pb). Pada air sumber, kandungan Hg sebesar 0.001 ppm dan Pb bervariasi antara 0.001 - 0.038 ppm, setelah melalui proses biofilter, maka kandungan Hg dan Pb pada tambak pembesaran menjadi 0 ppm. Sedangkan kandungan logam berat untuk Cu, Cd, dan Zn, konsentrasinya juga mengalami penurunan. Pengaruhnya terhadap produksi tambak pada penelitian ini, juga cukup memuaskan yang mana dengan padat penebaran rata-rata 50 ekor/m² mampu berproduksi rata-rata sebesar 9.419 kg / ha.*

PENDAHULUAN

Usaha budidaya udang secara intensif di Indonesia, berkembang cepat antara tahun 1985-1990, yang terpusat di pantai utara Pulau Jawa, Bali dan Sumatra Utara. Produksi yang dicapai dengan teknologi budidaya udang intensif adalah mencapai 5-12 ton/ha/musim tanam atau 10-24 ton/ha/tahun (Poernomo, 1989). Dampak positif dari kepesatan dan perkembangan ini mengangkat Indonesia pada peringkat ketiga dalam jajaran negara pengekspor udang setelah RRC dan Thailand.

Produksi udang mencapai puncak keberhasilan mulai tahun 1987, namun tahun 1990 budidaya udang intensif mulai banyak menghadapi masalah. Berbagai masalah yang dihadapi petani tambak udang adalah menyangkut tingginya mortalitas, lambatnya tingkat pertumbuhan dan kegagalan panen akibat udang terserang penyakit (Zafran, 1992).

Kesulitan-kesulitan dengan banyaknya kasus yang dihadapi pada tambak udang intensif pada awalnya adalah disebabkan karena kurangnya mematuhi ketentuan yang digariskan dalam budidaya, seperti pemilihan lokasi yang tepat, pembatasan luas hamparan tambak (Poernomo,

1992.a), pengelolaan yang tidak sesuai dengan daya dukung lahan (Ahmad, 1991; Boyd, 1992), tidak ada kerjasama antar petani (Poernomo, 1992.b) dan tidak memperhatikan ketentuan tata ruang (Dixon & Fallow, 1992). Kerugian yang diderita oleh petani tambak sebagai akibat dari pencemaran dan serangan penyakit cukup besar, sebagaimana di ekspose oleh media masa akhir akhir ini (Anonim, 1993; Edward & Brown, 1966). Penyebab utama merosotnya lingkungan tambak diduga oleh meningkatnya pencemaran (Poernomo, 1992 a,b).

Salah satu usaha untuk mengendalikan mutu lingkungan budidaya adalah melalui pengolahan air (*water treatment*). Dalam hal ini menggunakan kerang hijau (*Perna viridis*) sebagai sarana atau komponen biofilter, yang diaplikasikan pada tandon air pada areal tambak budidaya udang. Seperti diketahui bahwa kerang merupakan hewan air yang mampu mengakumulasi logam berat di air. Hal ini disebabkan biota kekerangan adalah biota yang hidup di dasar air atau menempel dan menetap/diam pada suatu substrat (Ismail & Wasilun, 1986). Sedangkan cara makan biota tersebut adalah dengan menyaring makanan (*filter feeder*) dari air (Widodo, 1976), sehingga dari pola hidup kerang yang demikian menyebabkan mempunyai peran yang cukup besar dalam proses akumulasi polutan dan logam berat di dalam tubuhnya (Sanusi *et al.*, 1985).

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas air tambak udang melalui pengurangan konsentrasi polutan maupun logam berat, dengan proses biofilter oleh kerang hijau.

METODE

Penelitian ini dilakukan di tambak inti rakyat (TIR) Kabupaten Karawang (Jawa Barat), menggunakan tambak sebanyak delapan petak berukuran masing-masing adalah 4.000 m². Pemeliharaan udang dilakukan dengan menggunakan sistim resirkulasi (*closed system*) dan tandon (*reservoir*) sebagai komponen utamanya, yang mana empat petak tambak untuk tandon dan empat petak untuk pemeliharaan (pembesaran). Adapun tandon yang digunakan dibagi dalam empat bagian (setiap petak tandon mempunyai fungsi khusus), yaitu :

1. Tandon Penampungan (Karantina)

Petak ini berfungsi untuk menampung air baru dari sumber air guna menambah air pada media budidaya akibat peresapan dan penguapan, serta untuk menampung air dari tambak pemeliharaan yang sudah kotor guna dilakukan pengolahan ulang. Oleh karena itu pada petak ini dalam perlakuannya menggunakan kaporit (Ca hypoclorit, 60 % chlorine) dengan dosis 25 ppm sebagai bahan pencuci hama. Disamping itu pada tandon ini juga digunakan kincir guna homogenisasi air ataupun untuk memasok oksigen.

2. Tandon Pengendapan

Tandon ini berfungsi untuk pengolahan kedua, yaitu guna mengendapkan lumpur ataupun limbah padat lainnya. Pada tandon ini diberi perlakuan berupa penyekatan petak menggunakan plastik, sehingga tandon tersebut menjadi seperti saluran yang panjang, yang memungkinkan proses pengendapan lumpur/limbah padat dapat berlangsung lebih sempurna.

3. Tandon Biofilter

Tandon ini digunakan sebagai tempat penyaringan dari bahan-bahan yang belum bersih setelah melalui proses penyaringan I dan II, seperti halnya kandungan logam berat ataupun unsur lain menggunakan kerang yang berfungsi sebagai sarana/komponen biofilter. Kerang yang digunakan adalah kerang hijau, yang diharapkan dapat mengakumulasi logam berat dalam perairan tersebut. Jumlah kerang yang digunakan/yang dipelihara pada tandon ini adalah sebanyak satu ton, dan penempatannya dengan cara digantung di dalam air.

4. Tandon Aklimatisasi

Tandon ini berfungsi sebagai pengolahan akhir, yang mana kondisi air sebagai media budidaya dibentuk dengan kualitas baik, yang meliputi salinitas, pH, kecerahan atau warna air yang menunjukkan kandungan plankton yang dikehendaki. Pada tandon ini dilakukan pemupukan ataupun pengapuran, tergantung dari kondisi airnya. Air dari tandon keempat ini adalah air untuk memasok petak pemeliharaan.

Semua tandon maupun petak tambak pemeliharaan sebelum digunakan, terlebih dahulu dilakukan persiapan dengan jalan: pengeringan, pencangkulan/pembajakan, pengapuran dengan dosis 1 ton/petak. Semua tandon juga diberi aerasi (kincir) guna mempercepat proses penguapan senyawa beracun, homogenisasi air maupun untuk suplai oksigen.

Pengamatan lapangan dan pengambilan sampel air dilakukan dua kali per bulan, untuk menganalisis parameter fisika kimia dan biologi.

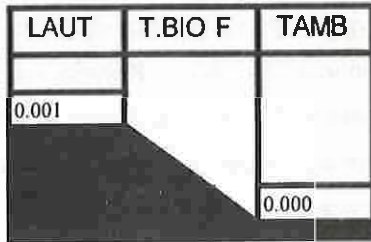
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap kualitas air, khususnya logam berat yang meliputi unsur Raksa (Hg), Tembaga (Cu), Kadmium (Cd), Timah (Pb), Seng (Zn) dan Besi (Fe), pada sumber air (laut), Tandon dan pada tambak, diperlihatkan pada gambar (1).

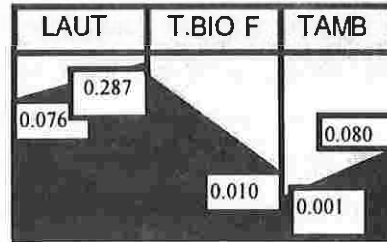
Konsentrasi logam berat (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn dan Fe) pada sumber air di laut cenderung cukup tinggi, yang diduga disebabkan masih dipengaruhi oleh adanya buangan air dari darat melalui sungai yang bermuara di laut tersebut, karena lokasi penelitian (TIR) adalah dekat dengan sungai. Selain itu wilayah pertambakan Karawang adalah termasuk daerah pengembangan kota Jakarta, sehingga banyak bahan cemar yang dibuang ke laut, yang berasal dari buangan/

limbah industri, pemukiman dan aktivitas manusia lainnya. Oleh karena itu ditekankan dalam penggunaan air laut seminimal mungkin. Perairan teluk Jakarta telah terbukti tercemar logam berat Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni dan Zn sebagaimana dikemukakan oleh Hutagalung (1985). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kandungan logam berat di perairan Jakarta dan sekitarnya adalah Hg: 0.0028 -0.0352 ppm, Cd: 0.0050 - 0.4500 ppm (Ilahude, 1980).

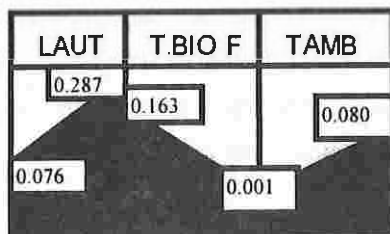
a. Konsentrasi Hg (ppm)



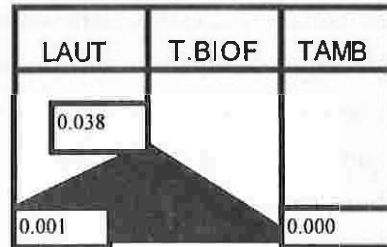
b. Konsentrasi Pb (ppm)



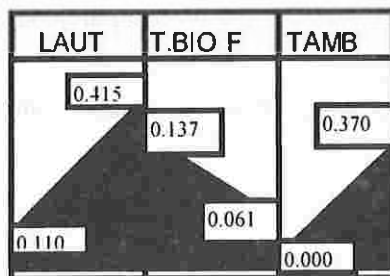
c. Konsentrasi Cu (ppm)



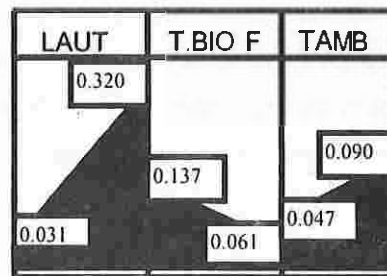
d. Konsentrasi Pb (ppm)



e. Konsentrasi Zn (ppm)



f. Konsentrasi Fe (ppm)



Gambar 1. Konsentrasi Logam Berat pada Media Air Laut (LAUT), Petak Biofilter (T. BIO F) dan Petak Pemeliharaan (TAMB).

Hasil pengamatan terhadap kandungan unsur logam berat pada sumber air laut, tambak dan ketentuan yang diperbolehkan untuk usaha budidaya menurut KLH, adalah sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel: 1. Kandungan logam berat pada di laut, tambak dan standar budidaya (KLH).

UNSUR	STANDAR KLH (ppm)	SUMBER AIR LAUT (ppm)	TAMBAK (ppm)
Hg	0.00010	0.001-0.001	0.000
Cu	0.00100	0.076-0.287	0.001-0.080
Cd	0.00004	0.059-0.078	0.008 -0.036
Pb	0.00002	0.001-0.038	0.000
Zn	0.00200	0.110-0.413	0.000-0.370

Kandungan unsur logam berat pada sumber air laut, sudah berada jauh di atas ketentuan atau standar untuk usaha kegiatan budidaya yang ditentukan oleh KLH. Namun hasil pengukuran di tambak sebagian besar kandungan unsur logam beratnya sudah cukup rendah dan memenuhi kaidah budidaya, hal ini disebabkan air yang digunakan sebagai media budidaya udang di tambak, adalah sudah melalui proses biofiltrasi menggunakan kerang hijau.

Secara keseluruhan logam berat yang berasal dari laut (sumber air) konsentrasinya dapat diturunkan setelah mengalami proses biofiltrasi menggunakan kerang hijau. Sehingga air yang digunakan sebagai media budidaya udang konsentrasi logam beratnya sudah cukup rendah, bahkan untuk logam berat Hg dan Pb konsentrasinya bisa mencapai 0.00 ppm (tak terdeteksi).

Walaupun air yang digunakan sebagai media budidaya udang sudah mengalami proses biofiltrasi, hingga konsentrasinya menurun, bahkan mencapai titik terendah (0 ppm) khususnya untuk Hg dan Pb, tetapi makin lama konsentrasi logam berat dalam air tambak makin meningkat. Hal ini disebabkan oleh adanya limbah yang berasal dari sisa pakan maupun kotoran udang yang dipelihara.

Hasil analisa unsur Pb pada salah satu pakan udang komersial, konsentrasinya mencapai 13,45 ppm (Wedjatmiko, 1991). Sehingga apabila terjadi sisa pakan dalam tambak selama pemeliharaan berlangsung, akan mengakibatkan kontribusi dalam peningkatan kandungan logam berat dalam media budidaya. Untuk mengatasi peningkatan konsentrasi logam berat, polutan dan peubah mutu air lainnya yang lebih tinggi, akibat masukan dari luar (sumber air), maka dalam hal ini dilakukan budidaya dengan sistem resirkulasi tertutup. Air yang telah digunakan sebagai media budidaya dilakukan proses filtrasi kembali, untuk mendapatkan atau untuk menjaga media budidaya agar tetap baik (layak). Penambahan air dari luar hanya dilakukan karena terjadinya pengurangan volume air tambak akibat bocoran maupun oleh adanya penguapan.

Untuk mengetahui pengaruh kerang hijau sebagai komponen biofilter terhadap kandungan pestisida, maka telah dilakukan pengukuran terhadap residu pestisida pada air dan sedimen yang berasal dari sumber air laut, sumber air tawar dan air tambak (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengukuran terhadap residu pestisida (ppm).

JENIS PESTISIDA	AIR			SEDIMEN		
	SAL	SAT	TAM	SAL	SAT	TAM
1. O. Chlorin						
- DDT / DDE	ttd	0.0003	ttd	ttd	0.0080	ttd
- BHC / Indan	0.0182	0.0370	0.0020	0.0386	0.0511	<0.001
- Indosulfan	0.0319	0.0170	0.0090	0.0250	0.0740	0.0100
- Dieldrin	ttd	0.0007	ttd	ttd	0.0010	ttd
2. O. Phospat						
- Diazinon	ttd	ttd	ttd	0.0106	0.0230	<0.0001
- Dusban	0.0180	0.0400	0.0040	0.0490	0.047	0.0070
- Rhonnel	0.0190	0.0260	0.0100	0.0510	0.084	0.0040

* SAL : Sumber Air Laut.
 SAT: Sumber Air Tawar
 TAM: Tambak.

Residu pestisida yang berasal dari sumber air tawar (SAT) cenderung lebih besar dari pada residu pestisida yang berasal dari sumber air laut (SAT) maupun yang ada di tambak (TAM). Hal ini disebabkan karena sumber air tawar diambil dari sungai yang ada di sekitarnya, yang merupakan salah satu pembuangan air dari persawahan yang tidak terlepas dari penggunaan pestisida. Sedangkan residu pestisida yang ada pada sumber air laut relatif lebih kecil akibat pengenceran air laut. Namun residu pestisida yang ada di tambak lebih rendah lagi jika dibandingkan yang berasal dari sumber air laut maupun sumber air tawar, hal ini disebabkan air yang digunakan di tambak juga telah mengalami proses biofiltrasi menggunakan kerang hijau.

Hasil pengamatan kualitas air lainnya (Salinitas, suhu, alkalinitas, oksigen, NH_3 , pH, H_2S , TOM dan TSS), tidak memberikan pengaruh. Namun secara garis besar kondisi kualitas air tersebut masih layak atau masih berada dalam batas-batas yang belum membahayakan untuk kegiatan budidaya udang (Tabel 3).

Tabel 3. Kisaran Kualitas Air Pada (Sumber Air, Tandon dan Tambak Pemeliharaan).

NO	PARAMETER	SUMBER	TANDON	TAMBAK
1.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28.0-29.0	27.7-29.7	7.0-29.2
2.	Salinitas (ppt)	0.0-30.0	14.0-17.0	15.0-17.0
3.	pH	7.1-7.8	7.5-8.4	7.3-8.2
4.	Alkalinitas (ppm)	130.5- 180.7	126.8 - 188.0	127.9- 196.2
5.	Oksigen (ppm)	-	3.8-7.6	4.0-7.5
6.	NH_3 (ppm)	0.002-0.024	0.000-0.071	0.021-0.174
7.	H_2S (ppm)	0.028-0.051	0.004 -0.075	0.020 -0.180
8.	TOM (ppm)	6.32-8.28	2.44-10.74	2.31-16.43
9.	TSS (ppm)	100 -772	101-716	187- 738

Batas persyaratan mutu air untuk tambak udang menurut Poernomo (1988) adalah salinitas (10-80 ppt), suhu (26-32 °C), ph (7.5-8.5), oksigen (3-10 ppm), sehingga secara umum kualitas air pada sumber air, tandon dan tambak pemeliharaan, adalah masih memenuhi syarat untuk budidaya udang windu.

Hasil penelitian dan pengaruhnya terhadap produksi udang, yang meliputi berat badan per ekor, ukuran atau jumlah udang per kilogram, tingkat kelangsungan hidup (SR; *survival rate*), tingkat konversi pakan (FCR; *feed conversion ratio*), dan produksi yang dicapai, secara umum menunjukkan hasil yang cukup baik (tabel 4).

Tabel 4. Hasil panen udang selama masa pemeliharaan empat bulan.

NO	BERAT (gr/ekor)	UKURAN (ekor/kg)	SR (%)	FCR	PRODUKSI (kg/ha)
1.	25,61	39	71	2,20	9.468
2.	29,41	34	58	1,95	8.602
3.	27,00	37	82	1,70	9.458
4.	25,03	39	76	2,10	10.150
-----	-----	-----	-----	-----	-----
RI2	26,76	37	72	1,99	9.419

Pertumbuhan berat badan untuk masa pemeliharaan empat bulan mencapai rata-rata 26,76 gram/ekor, adalah masih relatif rendah jika dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan udang normal, yang mana pada kurun waktu yang sama berat udang bisa mencapai 37 gram/ekor (Ilyas, 1987). Namun dari tingkat produksi tambak yang mencapai rata-rata 9.419 kg/ha, adalah cukup tinggi jika dibandingkan produksi budidaya udang windu secara intensif di Indonesia, yang mana pada saat puncaknya hanya mencapai 5 - 12 ton/ha (Poernomo, 1989). Produksi udang tersebut apabila dilihat pada kondisi pertambakan udang sekarang, adalah merupakan nilai yang sangat berhasil, karena tambak udang kini banyak yang mengalami kegagalan.

Adapun kerang hijau yang berfungsi sebagai komponen biofilter, berdasarkan pengukuran kandungan logam berat dalam daging kerang, adalah sudah riskan untuk dikonsumsi. Hal ini disebabkan kandungan logam berat yang terdapat pada daging kerang yang diperbolehkan untuk dikonsumsi manusia adalah sebesar 0.5 ppm untuk Hg dan 1.0 ppm untuk Cd. Kandungan logam berat yang paling berbahaya atau yang mempunyai sifat racun paling tinggi bagi manusia adalah unsur Hg dan Cd, sedangkan kandungan logam berat Hg pada daging kerang yang digunakan pada sebagai komponen biofilter adalah sebesar 0.005- 15.00 ppm dan Cd sebesar 0.109 -0.797 ppm. Kandungan logam berat lainnya yang ada pada daging kerang yang digunakan sebagai komponen biofilter, disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan logam berat pada daging kerang.

NO.	UNSUR	KERANG	STANDAR KONSUMSI *
1.	Hg	0.005- 15.00	0.5
2.	Cu	1.098 - 276.0	-
3.	Cd	0.109-0.797	1.0
4.	Pb	0.528 -206.0	-
5.	Zn	1.237 -704.0	-
6.	Fe	2.508-970.0	-

* EPA (1972).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penggunaan kerang hijau sebanyak 1 ton sebagai komponen biofilter pada tambak udang, ternyata dapat berpengaruh positif terhadap kelayakan kondisi perairan. Kandungan logam berat (Hg, Cu, Cd, Pb, Zn dan Fe) yang berasal dari sumber air dapat diperkecil konsentrasinya bahkan mencapai 0 ppm (Hg, Pb, Zn) akibat proses biofiltrasi kerang hijau.

Demikian halnya pengaruh kerang hijau sebagai biofilter, terlihat besar kontribusinya terhadap penurunan kandungan/residu pestisida dalam air akibat buangan limbah pertanian yang dibuang melalui sungai. Sedangkan air sungai (air tawar) tersebut diperlukan sebagai sumber air untuk tambak udang.

Dampak positif dari terjaminnya kualitas air tambak udang intensif akibat proses biofilter kerang hijau, adalah dicapainya produksi udang yang cukup tinggi (9,419 ton/ha/MT). Produksi udang tersebut lebih memuaskan lagi karena pada waktu itu tidak ada satupun tambak udang disekitarnya yang berproduksi.

Mengingat kerang hijau hanya sebagai komponen biofilter, maka keberadaan kerang hijau disini adalah tidak layak untuk dikonsumsi, karena daya akumulasi dan kandungan unsur logam berat dalam daging kerang yang cukup tinggi, sehingga dikhawatirkan dapat membahayakan bagi manusia jika dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T., 1991. Pengelolaan peubah mutu air yang penting dalam tambak udang intensif. INFIS Manual ser. No. 25, 39 hal.
- Anonim, 1993. Proses industrialisasi pertanian menjelang & PJPT II. Implikasinya pada program pembangunan pertanian I. Raker Khusus Badan Litbang Pertanian. Hal. 29-43.
- Boyd, C.E., 1992. Water quality management and aeration in shrimp farming. Puslitbang perikanan Jakarta. 82 p.
- Dixon J.A & E.A Fallow, 1992. The concept of sustainability: Origin, Extention and use fullness for policy, society and natural resources. Vol. 2 pp. 73-84.

- Edward R.W. & V.M Brown, 1966. Pollution and fisheries. A progress report. Water pollution control condiyon. (J. Proc. Ins. Sewage Purif), 66:63-78.
- Environmental Protection Agency (EPA), 1972. Water Quality Criteria. Ecological Research Series. Washington DC. 595 p.
- Hutagalung, H.P., 1985. Raksa. Oseana Vd. X (3). Lembaga Oseanologi Indonesia - LIPI. Jakarta p 93-105.
- Ilahude, A.G., 1980. Kondisi Hidrologi Perairan Teluk Jakarta *dalam* Teluk Jakarta, Biologi, Budidaya, Oceanografi, Geologi dan Kondisi Perairan 1975 - 1979 LON- LIPI. Jakarta. p9-14.
- Ilyas S. et al, 1987. Petunjuk teknis bagi pengoperasian unit usaha pembesaran udang windu. Puslitbang Perikanan. Jakarta.
- Ismail, W., dan Wasilun, 1986. Pengamatan pendahuluan kualitas perairan Kamal. Jurnal penelitian perikanan laut No. 35. Balai Penelitian Perikanan Laut Jakarta. p 89-94.
- Poernomo, A., 1988. Pembuatan tambak udang di Indonesia. Seri Pengembangan Perikanan. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- _____, 1989. Dominan ecological factor in intensive shrimp culture. In a Bitner (Editor) "Budidaya Air" yayasan Obor Indonesia. pp. 66-120.
- _____, 1992 a. Mencegah kegagalan dalam budidaya udang. Prosiding Temu Karya Ilmiah. Denpasar. 3-4 Desember 1992.
- _____, 1992 b. Site selection for sustainable coastal shrimp ponds. seri pengembangan hasil perikanan. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Sanusi, H.S, S. Syamsu & S. Sardjirun, 1985. Kandungan dan distribusi logam berat pada berbagai komoditi ikan laut yang disalurkan lewat TPI Pasar Ikan Jakarta. Fak. Perikanan IPB. Boger. 46p.
- Wedjatmiko, 1991. Penelitian kandungan logam berat (Hg, Cd dan Pb) terhadap lingkungan perairan dan udang tambak di Kamal-Jakarta. Balai Penelitian Perikanan Laut-Jakarta.
- Widodo, R., 1976. Penyebaran individu, kebiasaan makan dan hubungan morfometri pada kerang darah (*Anadara granosa*) di Pantai Ketapang Tangerang. Fak. Perikanan IPB. Bogor. 93p.
- Zafran, 1992. Pencegahan penyakit kunang-kunang pada larva udang windu. Seminar upaya penanggulangan benur di hatchery. Surabaya. 20 Februari 1992