

EVALUASI INOVASI TEKNOLOGI BUDIDAYA UDANG YANG RAMAH LINGKUNGAN: KASUS WILAYAH PESISIR KECAMATAN TAYU, KABUPATEN PATI
(Evaluation of Technological Innovation of an Environmentally Friendly Shrimp Culture: A Case in Coastal Area of Tayu District, Pati Regency Central Java, Indonesia)

Sri Karyaningsih*, Iwan Yusuf B. Lelana, dan Soenarso Simoen*****

* Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Ungaran

** Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*** Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah meneliti pengelolaan tambak udang dan respons petani terhadap inovasi teknologi yang ramah lingkungan di wilayah pesisir di Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. Penelitian ini mengevaluasi teknologi budidaya udang, dan menetapkan respons petani terhadap teknologi budidaya udang dengan sistem tandon berdasarkan pertimbangan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan tambak udang dengan sistem tandon mampu untuk meningkatkan kualitas air dan produksi udang. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa teknologi tandon adalah signifikan. Tetapi, respon petani terhadap teknologi tandon adalah sedang (*moderate*).

Kata kunci: tambak udang, respon petani, inovasi teknologi

Abstract

The objective of this research was to study the shrimps pond management and the response of farmers to shrimps pond technological innovation with environmental consideration in coastal area of Tayu District, Pati Regency. The research was aimed at evaluating shrimps culture technology, establishing the farmers response to the shrimps culture technological with "tandon" system based on environmental consideration. The results showed that the shrimps pond management with "tandon" system is able to improve to water quality and shrimp production. The statistical analysis showed that the shrimps of technology "tandon" system was significant. However the response of farmers to this technology "tandon" system is moderate.

Key words: Shrimp culture, farmers responses, technological innovation

PENDAHULUAN

Dalam dekade ini kegiatan usaha budidaya udang di tambak dihadapkan pada berbagai permasalahan antara lain timbulnya jenis bakteri

dan virus penyebab penyakit yang mengancam kelangsungan hidup udang pemeliharaan. Pantai utara Jawa pernah menjadi salah satu sentra produksi udang utama, puncak produksi diperoleh pada tahun 1992 sebesar lebih dari

10.000 ton, kemudian terjadi penurunan produksi menjadi sekitar 87.000 ton pada tahun 1996. Kegagalan budidaya udang di Pantura Jawa tersebut selama sepuluh tahun terakhir ini telah menyebabkan sekitar 60% tambak di lokasi tersebut menjadi "bero" (terlantar/tidak dioperasikan) dan sisanya beroperasi dengan padat tebar rendah (<10 ekor/m²) (Puslitbangkan, 1999).

Untuk mengatasi kondisi yang tidak menentu di wilayah pertambakan diperlukan upaya pengembangan budidaya tambak yang konseptual dan berwawasan lingkungan, agar dicapai keserasian antara kepentingan produksi dan upaya pelestarian sumber daya alam dan lingkungan (Poernomo, 1993). Hal ini akan memacu berbagai usaha yang bersifat penanggulangan maupun pencegahan penyakit. Pemakaian obat-obatan dan bahan kimia oleh petani menjadi pilihan utama saat terjadi serangan penyakit yang datang mendadak padahal belum menjamin efektivitasnya. Serangan penyakit terjadi sekitar satu bulan pertama masa pemeliharaan pada saat kondisi lingkungan dalam tambak belum menunjukkan kondisi yang buruk. Sehingga persiapan lahan harus dilakukan untuk pencegahan serangan penyakit.

Upaya pemberdayaan kembali berusaha di tambak selain memerlukan modal dan tenaga kerja juga dukungan ketersediaan teknologi, salah satunya adalah teknologi budidaya udang dengan sistem tandon. Sistem tandon merupakan teknologi alternatif untuk mengurangi resiko kerusakan lingkungan dan biaya operasional tambak bahkan mampu memberikan hasil yang optimal. Penerapan teknologi ini sebagai upaya untuk meningkatkan daya dukung lahan tambak melalui perbaikan kualitas air pemeliharaan yang kemudian disebut sebagai teknologi budidaya udang yang ramah lingkungan (Cholik dkk., 1998).

Penggunaan sistem tandon merupakan cara yang paling efisien karena tidak harus mengubah konstruksi tambak yang telah ada malainkan hanya dengan memisahkan antara

petak tandon dengan petak pemeliharaan. Menurut Hamid dkk., (1999) tandon yang baik harus dapat menjalankan fungsinya yaitu : 1) menampung air sampai sekitar 150% dari total penggantian air per hari, 2) dapat menekankadar partikel di air hingga kurang dari 60 mg/l, 3) tambak dapat beroperasi selama periode pemeliharaan tanpa pengedukan.

Teknologi budidaya udang sistem tandon secara teknis mudah dilaksanakan secara ekonomis lebih menguntungkan tetapi dalam penerapannya masih dijumpai berbagai kelemahan dan keluhan oleh petani tambak. Sehingga penelitian evaluasi teknologi budidaya udang sitem tandon dan respon petani tambak tentang teknologi tersebut perlu dilakukan dengan tujuan : 1) untuk mengevaluasi apakah teknologi budidaya udang dengan sistem tando benar-benar merupakan teknologi budidaya udang ramah lingkungan 2). Untuk mengetahui besarnya respon ptani tambak dalam penerapan teknologi budidaya udang sitem tandon. 3) untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap respon petani tambak dalam penerapan teknologi budidaya udang sistem tandon.

Menurut Badudu dan Lutan (1994) respon mengandung tiga pengertian yakni a) tanggapan terhadap sesuatu yang baru b) reaksi terhadap sesuatu hal yang baru dan c) jawaban terhadap sesuatu hal baru. Menurut Nuraini (1977) dalam Yuminarti (1998) Inovasi adalah gagasa, perbuatan atau barang yang dianggap baru oleh seseorang. Jadi inovasi pertanian termasuk perikanan dan peternakan adalah sesuatu yang baru yang disampaikan kepada petani termasuk didalamnya petambak dan peternak yang mempunyai sifat lebih menguntungkan dari sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survai. Penelitian dilaksanakan di dalam pertambakan Kecamatan Tayu

Kabupaten Pati selama empat bulan (April-Juli 2001). Pengambilan sampel petani dilakukan secara *purposive dan random sampling*. Responden dipilih pada petani tambak udang sebanyak 64 orang dan 16 unit tambak yang dikelolanya untuk sampling kualitas air. Masing-masing 8 unit tambak yang menggunakan sistem tandon dan 8 unit tambak yang tidak menggunakan sistem tandon. Analisis data dengan statistik tabel frekuensi dan analisis korelasi regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Produksi Udang di Tambak

Analisis produksi dengan menggunakan metode analisis model fungsi produksi Cobb Douglass yang kemudian ditransformasikan ke dalam logaritma. Analisis produksi digunakan untuk membuktikan bahwa budidaya udang sistem tando benar-benar merupakan teknologi budidaya udang yang ramah lingkungan. Dimana produksi sebagai variabel terpengaruh dan kualitas air tambak sebagai variabel pengaruh serta teknologi sebagai dummy variabel dan diperoleh hasil koefisien determinasi (R^2) = 0,98 maka dapat disimpulkan bahwa terjadinya variasi produksi udang di daerah penelitian 98% secara bersama-sama diakibatkan oleh penggunaan sistem tandon, perbedaan kondisi kualitas air dan padat tebar benur dan 2% ditentukan oleh variabel bebas lain diluar penelitian.

Untuk mengetahui kekuatan hubungan antara kualitas air pemeliharaan, padat penebaran dan tingkat teknologi terhadap variasi produksi digunakan analisa korelasi dan diperoleh besarnya nilai koefisien korelasi (r) = 0,99 pada taraf kepercayaan diatas 99,5%. Untuk mengetahui variabel mana yang paling berpengaruh terhadap produksi udang digunakan nilai β yakni nilai koefisien regresi (B) yang telah dibakukan. Nilai β terendah terjadi pada salinitas dan nilai β tertinggi terjadi pada variabel tingkat teknologi. Hasil uji T

terhadap koefisien regresi (B) memperlihatkan bahwa dari variabel yang diteliti (kualitas air, padat tebar dan teknologi) terdapat variabel yang menunjukkan pengaruh yang sangat kuat dengan taraf kepercayaan sebagai berikut :

1. Variabel teknologi dengan taraf kepercayaan 99,5% (sig T = 0,000)
2. Variabel TSS dengan taraf kepercayaan 99,8% (sig T = 0,002)
3. Variabel ammonia dengan taraf kepercayaan 99,4% (sig T = 0,006)
4. Variabel padat tebar dengan taraf kepercayaan 97,3% (sig T = 0,027)

Hasil penelitian ini memberikan indikasi bahwa penggunaan teknologi sistem tandon, dan penurunan kadar TSS dan ammonia serta padat tebar benar dapat dijadikan acuan dalam meningkatkan produksi pada kegiatan usaha tani tambak udang.

2. Kualitas Air Lingkungan Tambak

Air merupakan media yang sangat penting dalam kegiatan usaha tani tambak baik dari segi kuantitas dan kualitas. Keberadaan air yang baik bisa menjamin pertumbuhan dan perkembangan udang yang dipelihara. Hasil pengukuran kualitas air di out let ditujukan untuk mengetahui perbedaan dan perbandingan kualitas air yang telah digunakan dalam proses pemeliharaan. Kualitas air di inlet dari kedua sistem pemeliharaan tidak jauh berbeda karena belum mengalami suatu proses. Nilai rata-rata kualitas air yang keluar dari petak pemeliharaan (outlet) ditunjukkan pada Tabel 1.

Dengan pembanding baku mutu air untuk budidaya ikan dan udang, maka baik tambak yang menggunakan sistem tandon maupun tidak menggunakan sistem tandon kualitas airnya masih memenuhi persyaratan untuk budidaya udang. Tetapi jika dilihat kandungan total padatan tersuspensi (TSS) tambak yang menggunakan sistem tandon kualitas airnya lebih baik dibanding yang tidak menggunakan sistem tandon dan sistem tandon mampu memperkecil kadar TSS rata-rata hingga 75 mg/l.

Tabel 1. Rata-Rata Kualitas Air yang Keluar dari Petak Pemeliharaan Udang (Outlet) Tambak ke Kecamatan Tayu pada MT 1 Tahun 2001

No	Sistem Pemeliharaan	Kualitas air di outlet					
		DO (mg/l)	pH	Salinitas (mg/l)	Amonia (mg/l)	Temperatur (°C)	TSS (mg/l)
1.	Bertandon	6,17	7,5	25	0,14	30	64,67
	Tidak bertandon	4,13	7,67	23,67	0,18	29,67	117,33
2.	Bertandon	6,03	7,5	25	0,22	30,5	91
	Tidak bertandon	4,07	7,67	26	0,3	30,33	124,67
3.	Bertandon	6,26	7,67	28	0,32	30	90
	Tidak bertandon	4,27	8	30,57	0,34	31	135
4.	Bertandon	5,4	7,5	29	0,17	30,33	93,33
	Tidak bertandon	5,2	7,67	30,67	0,33	31	123,33
5.	Bertandon	6,137	8	27	0,31	30,33	80
	Tidak bertandon	5,13	7,83	31	0,32	31	139,67
6.	Bertandon	5,6	8,17	27,17	0,35	31	88,33
	Tidak bertandon	4,8	8	31	0,37	31	109,33
7.	Bertandon	5,4	8,33	27	0,35	31	76,67
	Tidak bertandon	4,93	8	31	0,35	31	115
8.	Bertandon	4,8	8	29	0,29	31	87,33
	Tidak bertandon	4,93	7,87	30,75	0,37	31	137,5

Sumber : Analisa data primer, 2001

Tambak yang menggunakan sistem tandon air yang keluar dari petak pemeliharaan dialirkan ke petak tandon supaya terjadi proses pengendapan kemudian baru di buang keluar sistem tambak atau digunakan kembali sebagai persediaan air apabila diperlukan selama proses pemeliharaan udang. Fungsi tandon selain sebagai penampung air jug amemperbaiki kualitas air yang akan digunakan maupun yang akan dibuang ke luar sistem tambak. Menurut Hamid dkk, (1999) sistem tandon dapat menekan kadar partikel di air hingga 60 mg/l dan tambak dapat dioperasikan selama periode pemeliharaan udang tanpa adanya pengendukan.

3. Kelayakan Usaha Tani Budidaya Udang

Dengan masa pemeliharaan selama 2,5-3 bulan produksi udang ditambak dengan

menggunakan sistem tandon berkisar antara 143-225 kg/ha dengan rata-rata 183,88 ka/ha. Rata-rata tingkat kelangsungan hidup (survival rate) mencapai 51,88%. Sedangkan pada tambak yang tidak menggunakan sistem tandon produksinya hanya berkisar antara 75 – 90 kg/ha dengan rata-rata 83,56 kg/ha serta rata-rata tingkat kelangsungan hidup mencapai 41,25% ditunjukkan pada Tabel 2.

Menurut Anonimus (1986) produktivitas tambak yang berkisar antara 100-600 kg/ha/MT termasuk rendah. Produktivitas tambak yang menggunakan sistem tandon tergolong rendah bahkan tambak yang tidak menggunakan sistem tandon produktivitasnya sangat rendah karena kurang dari 100 kg/ha/MT. Anonimus (1986) menambahkan bahwa rendahnya produktivitas tambak diantaranya

disebabkan oleh teknik pengelolaan tambak dan kondisi sosial ekonomi petani tambak yang rata-rata masih rendah sehingga sulit untuk dapat meningkatkan usahanya sesuai dengan teknologi yang dianjurkan.

Tingkat kelayakan ekonomi pengelolaan tambak udang dengan sistem tandon diperoleh nisbah R/C berkisar antara 2,03-2,68 dengan rata-rata R/C = 2,34 pendapatan bersih usaha tani tambak udang sistem random per hektar

berkisar antara 4,6 juta sampai 8,6 juta dengan rata-rata Rp 6.656.065,75 ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengelolaan tambak yang tidak menggunakan sistem tandon diperoleh pendapatan bersih per hektar yang berkisar 0,86 – 2,34 juta dengan rata-rata pendapatan bersih sebesar Rp 1.550.603,13 serta nisbah R/C berkisar antara 1,51-1,94 dengan rata-rata 1,79 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 2. Produksi Udang di Tambak yang Menggunakan maupun Tidak Menggunakan Sistem Tandon yang MT 1 Tahun 2001 di Kecamatan Tayu

No	Padat tebar (ind./ha)		Produksi (kg/ha)		Survival Rate (%)	
	Tandon	Tidak bertandon	Tandon	Tidak bertandon	Tandon	Tidak bertandon
1	20.000	15.000	255	90	55	45
2	15.000	10.000	143	85	55	40
3	10.000	10.000	150	75	50	40
4	15.000	12.500	183	76	55	35
5	10.000	10.000	225	87,5	55	40
6	15.000	10.000	155	90	45	45
7	15.000	10.000	172	85	40	45
8	10.000	10.000	218	80	60	40
Rerata	13.375	10.938	183,88	83,56	51,88	41,25

Sumber : Data Primer, 2001

Tabel 3. Produksi, Penerimaan dan Pendapatan Usaha Tani Tambak Udang dengan Pengelolaan Air Sistem Tandon ke Kecamatan Tayu Kabupaten Pati pada MT 1 Tahun 2001

Produksi (kg/ha)	Harga (Rp/kg)	Biaya		Penerimaan	Pendapatan/ Laba bersih	R/C
		Produksi	TK			
225	65.000	5.018.300	960.670	14.625.000	8.646.030	2,44
183	65.000	4.061.500	785.517	11.895.000	7.47.983	2,45
225	60.000	4.093.300	940.670	13.500.000	8.466.030	2,68
155	70.000	4.224.000	662.850	10.850.000	5.021.030	2,22
218	60.000	5.018.300	810.670	13.080.000	7.251.030	2,24
172	70.000	4.014.640	761.350	12.040.000	7.264.010	2,52
150	60.000	3.925.633	507.437	9.000.000	4.566.930	2,03
143	65.000	3.753.167	556.350	9.295.000	4.985.783	2,16

Sumber : Analisa data primer, 2001

Keterangan : TK (Tenaga kerja), R/C (Revenue/Cost), R/C > 1; usaha layak
R/C = 1; terjadi break event point, R/C < 1; usaha tidak layak

Dilihat dari besarnya nilai-nilai tersebut dapat dikatakan bahwa pengelolaan tambak udang baik yang menggunakan sistem tandon maupun yang tidak menggunakan sistem tandon secara ekonomis menguntungkan.

Untuk membandingkan apakah sistem tandon lebih menguntungkan dari yang tidak menggunakan sistem tandon digunakan perhitungan hipotesis. Dimana dalam operasional unit tambak yang menggunakan sistem tandon membutuhkan lahan garapan sebesar dua hektar dan yang tidak bertandon membutuhkan lahan satu hektar. Dalam perhitungan laba bersih untuk tambak yang bertandon dibagi dua dengan hasil Rp 3.328.632,88 sedangkan yang tidak menggunakan tandon didapatkan hasil Rp 1.550.603,13. Dari nilai tersebut dapat dikatakan bahwa pengelolaan tambak dengan menggunakan sistem tandon lebih menguntungkan dari pada tambak yang tidak menggunakan sistem tandon.

Suatu usaha tani termasuk budidaya udang dapat dikatakan layak apabila selain secara teknik dan ekonomis mudah dilaksanakan dan menguntungkan, secara sosial sistem tersebut dapat diterima

masyarakat dengan mudah/sukarela tanpa adanya unsure paksaan.

4. Respon Petani Terhadap Pengelolaan Tambak Sitem Tandon

Respon petai tambak terhadap kegiatan pengelolaan tambak udang dengan sistem tandon yang disebut sebagai teknologi budidaya udang ramah lingkungan di ukur dari tiga tahapan. Tiga tahapan penyusun respon adalah a) Pengetahuan petani tentang pengelolaan tambak udang dengan sistem tandon b) Sikap petani terhadap penerapan teknologi budidaya udang sistem tandon c) Tingkat adopsi petani terhadap teknologi budidaya udang sistem tandon.

Penilaian pengetahuan, sikap dan tingkat adpsi didasarkan dari jawaban responden yang dinyatakan dengan skor. Apabila total skor dari jawaban yang diperoleh responden mempunyai nilai < 32 termasuk kategori berpengetahuan dan bersikap rendah, nilai total skor yang diperoleh antara 32-50 termasuk kategori berpengatahuan dan bersikap sedang dan apabila total skor ang dicapai mempunyai nilai diatas 50 termasuk berpengetahuan dan bersikap tinggi.

Tabel 4. Produksi, Penerimaan dan Pendapatan Usaha Tani Tambak Udang dengan Pengelolaan Air Tidak Menggunakan Petak Tandon di Kecamatan Tayu pada MT 1 Tahun 2001

Produksi (kg/ha)	Harga (Rp/kg)	Biaya		Penerimaan	Laba bersih	R/C
		Produksi	TK			
90	65.000	2.886.500	296.350	5.850.000	1.632.150	1,84
87,5	70.000	3.286.500	283.850	6.125.000	1.935.900	1,72
75	70.000	3.286.500	196.350	5.250.000	867.150	1,51
85	65.000	2.886.500	263.850	5.525.000	1.384.650	1,75
90	70.000	2.918.300	338.170	6.300.000	1.105.515	1,94
76	65.000	2.510.000	233.000	4.940.000	1.221.030	1,74
85	65.000	2.640.800	288.420	5.25.000	2.378.780	1,89
80	70.000	2.918.300	338.170	6.300.000	1.879.650	1,94

Sumber : Analisa data primer, 2001

Keterangan : TK (Tenaga kerja), R/C (Revenue/Cost), R/C > 1; usaha layak

Nilai R/C = 1 : terjadi break event point

Nilai R/C < 1 : usaha tidak layak

Tahapan tingkat adopsi berkategori adopsi rendah apabila total skor yang diperoleh kurang dari 30, berkategori adopsi sedang bila skor antara 30-47 dan bila skor mencapai lebih dari 47 termasuk adopsi tinggi. Hasil penghitungan terhadap skala pengetahuan, sikap dan tingkat adopsi maka petani tambak di Kecamatan Tayu pada MT I tahun 2001 termasuk berkategori sedang (cukup respon) yang jumlahnya berkisar antara 64,06-68,75% dari 64 orang responden. Berarti petani tambak cukup tanggap terhadap usaha perbaikan lingkungan tambak, upaya peningkatan produksi.

5. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap respon petani tambak dalam menerapkan teknologi budidaya udang sistem tandon.

Analisis mengenai faktor yang berpengaruh terhadap respon dalam menerapkan teknologi budidaya udang sistem tandon digunakan uji statistik regresi ganda dimana tahapan pengetahuan, sikap dan tingkat adopsi yang merupakan variabel terpengaruh. Karakteristik petani yang terdiri dari usia, tingkat pendidikan, pengalaman berusaha tani, luas lahan garapan dan jumlah anggota keluarga merupakan variabel yang berpengaruh.

Hasil uji T terhadap koefisien regresi menunjukkan variabel yang berpengaruh kuat terhadap pengetahuan petani adalah usia petani, tingkat pendidikan, pengalaman petani pada taraf kepercayaan 97,72%; 99,5% dan 95,37% (sig T < 0,05). Variabel yang berpengaruh kuat terhadap sikap petani adalah variabel usia, tingkat pendidikan, pengalaman petani dan pengetahuan petani dengan taraf kepercayaan 97,15%; 97,13%; 96,15% dan 99,5% (sig T < 0,05). Variabel yang berpengaruh kuat terhadap tingkat adopsi adalah luas lahan garapan, pengetahuan petani dan sikap petani dengan taraf kepercayaan 96,40%; 97,32%; 99,28% (sig T = 0,05). Sehingga hasil penelitian ini memberikan indikasi bahwa usia, tingkat pendidikan dan pengalaman petani dapat meningkatkan pengetahuan. Luas lahan

garapan, pengetahuan dan sikap petani dapat sebagai pendorong dalam mengadopsi teknologi.

KESIMPULAN

1. Pengelolaan tambak dengan sistem tandon kualitas air pemeliharaan menjadi baik. Kadar TSS rata-rata turun hingga 75 mg/l, tingkat kelangsungan hidup udang > 50%. Produktivitas tambak meningkat dua kali lipat. Rasio penerimaan terhadap biaya (R/C > 2). Secara teknik dan ekonomis budidaya udang dengan sistem tandon disebut sebagai teknologi budidaya udang yang ramah lingkungan.
2. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas udang di tambak adalah penggunaan sisten tandon, padat tebar, penurunan total padatan tersuspensi dan ammonia.
3. Petani tambak cukup repon pada pengelolaan tambak udang dengan sistem tandon yang besarnya 64,06% - 68,75%.
4. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap respon petani pada teknologi budidaya udang sistem tandon adalah usia petani, tingkat pendidikan, pengalaman, pengetahuan, sikap petani dan luas lahan garapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1986. *Diktat khusus mata kuliah usaha tani*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Badudu, J.S. dan Lutan, M. 1994. *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Cholik, F., Azwar Z.I. dan Sutarmat, T., 1998. *Bertambak udang yang sehat*. Seminar sehari gelar penerapan teknologi mutakhir dan revitalisasi usaha tambak udang di Gondol 11 Juli 1998. Puslitbangkan. Jakarta.

- Hamid, N., Adi, S. dan Utaminingsih. 1999. *Peranan kerang Hijau (Perna viridis) pada biofilter dalam sistem budidaya udang di tambak*. Media Budidaya Air Payau. No. 1 tahun 1999: 48-57. BBAP. Jepara.
- Poernomo, A., 1993. *Mencegah kegagalan dalam budidaya tambak udang*. Jurnal Litbang Pertanian XII (2): 34-36.
- Puslitbangkan, 1999. *Pengembangan tambak menunjang gema protekan 2003*. Warta Litbang Pertanian. Badan Litbang Pertanian-Pustaka. Bogor.
- Yuminarti, U., 1998. *Adopsi teknologi budidaya kakao paa suku arfak di Kabuptean Manokwari, Irian Jaya*. Tesis Pasca Sarjana UGM Yogyakarta.