

**PENGELUARAN IKAN DAN SAYUR-SAYURAN TROPIKA TERPILIH
MENGUNAKAN KAEDAH PISKIPONIK**

Oleh

MUHAMMAD BIN ABDULLAH

**Tesis Dikemukakan Kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra
Malaysia, Sebagai Memenuhi Keperluan Untuk Ijazah Master Sains**

Ogos 2004

DEDIKASI

Untuk keluarga yang dikasihi
Kerana sentiasa memberi bimbingan dan kepercayaan

Teristimewa buat isteri,
Norzila Mohamad
Kerana sentiasa memahami, memberi sokongan dan kesetiaan

Anak-anak yang tersayang,
Muhammad Taufiq,
Muhammad Imran,
Muhammad Naim,
dan Nur Fatimah
Kerana memberi kegembiraan dan ketaatan

Dan
Semua pensyarah dan penyelidik yang memberi bimbingan, tunjukajar dan
sumbangan pengetahuan ke arah percambahan ilmu

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

**PENGELUARAN IKAN DAN SAYUR-SAYURAN TROPIKA TERPILIH
MENGUNAKAN KAEDAH PISKIPONIK**

Oleh

MUHAMMAD BIN ABDULLAH

Ogos 2004

Pengerusi: Profesor Madya Mohd Salleh Kamarudin, Ph.D.

Fakulti: Pertanian

Sumber air dan tanah yang semakin terhad menjadikan keperluan integrasi beberapa bidang pertanian semakin penting. Kajian ini dijalankan untuk menilai potensi mengeluarkan ikan dan sayur-sayuran tropika dalam satu sistem integrasi menggunakan kaedah piskiponik iaitu gabungan piskikultur dan hidroponik.

Satu eksperimen telah dijalankan untuk menentukan kesan paras larutan nutrien hidroponik terhadap mutu air, kemandirian dan pertumbuhan ikan baung (*Mystus nemurus*), keli Afrika (*Clarias gariepinus*) dan tilapia merah (*Oreochromis sp.*). Keputusan menunjukkan kepekatan larutan hidroponik ketara memberi kesan terhadap parameter mutu air. Konduktiviti dan kepekatan amonia-N meningkat secara bererti ($P < 0.05$) dengan peningkatan paras larutan hidroponik dalam air. Julat konduktiviti dan amonia-N masing-masing adalah 0.43-2.59 mmhos dan 3.00-17.52 mg L⁻¹. Pada semua spesies ikan, kemandirian dan pertumbuhan ikan menurun secara bererti ($P < 0.05$) dengan peningkatan kepekatan larutan hidroponik. Purata kemandirian dan kadar pertumbuhan spesifik masing-masing adalah 74.45% dan

2.82% hari⁻¹ bagi ikan tilapia merah, 54.45% dan 2.28% hari⁻¹ bagi keli Afrika, dan 29.31% dan 0.64% hari⁻¹ bagi baung. Kajian ini menunjukkan bahawa tilapia merah adalah spesies kajian yang paling tahan pada kepekatan larutan hidroponik. Bagaimanapun kepekatan larutan hidroponik yang tinggi (>25%) memberikan kesan hiperplasia pada tisu insang bagi semua spesies ikan kajian.

Satu lagi eksperimen telah dijalankan untuk menentukan kesan penggunaan 25% larutan hidroponik dan penggunaan spesies sayur-sayuran yang berbeza iaitu sawi mini (*Brassica chinensis*), kailan (*Brassica alboglabra*) dan salad daun (*Lactuca sativa*) terhadap pertumbuhan dan penghasilan ikan tilapia merah, *Oreochromis sp.* di dalam sistem piskiponik. Keputusan menunjukkan pertumbuhan, kemandirian, nisbah pertukaran makanan, nisbah kecekapan protein dan penghasilan ikan tilapia merah tidak dipengaruhi ($P>0.05$) oleh penambahan larutan hidroponik dan jenis sayur-sayuran yang berbeza. Kemandirian ikan tilapia merah adalah di antara 52.3-75.7% dengan jumlah penghasilan di antara 15.2-21.1 kg m⁻³ tuai⁻¹ (18 minggu). Bagaimanapun, penambahan 25% larutan hidroponik telah meningkatkan pertumbuhan dan penghasilan secara bererti ($P<0.05$) bagi ketiga-tiga jenis sayur-sayuran. Salad daun memperoleh hasil tertinggi (6.44 kg m⁻² tuai ikan⁻¹) diikuti sawi mini dan kailan (3.82 dan 1.52 kg m⁻² tuai ikan⁻¹, masing-masing).

Satu eksperimen yang serupa juga dijalankan menggunakan ikan keli Afrika, *Clarias gariepinus*. Tidak seperti tilapia merah, keputusan menunjukkan penambahan 25% larutan hidroponik memberi kesan negatif secara bererti ($P<0.05$) terhadap kemandirian, nisbah pertukaran makanan, nisbah kecekapan protein dan penghasilan

ikan keli Afrika. Kemandirian ikan keli Afrika adalah di antara 9.3-64.0% dengan jumlah penghasilan di antara 2.1-17.1 kg m⁻³ tuai⁻¹ (10 minggu). Bagaimanapun, penambahan larutan hidroponik memberi kesan positif bererti (P<0.05) terhadap pertumbuhan dan penghasilan sayur-sayuran. Jumlah penghasilan sayur-sayuran yang tertinggi diperoleh oleh sawi mini (0.80 kg m⁻² tuai ikan⁻¹) diikuti salad daun (0.57 kg m⁻² tuai ikan⁻¹) dan kailan (0.26 kg m⁻² tuai ikan⁻¹). Pengeluaran ini adalah jauh lebih rendah berbanding jika tilapia digunakan.

Dalam kesemua siri eksperimen dalam kajian ini, tiada penapis biologi yang khusus digunakan. Oleh itu, sayur-sayuran bukan sahaja mengambil nutrien dari kumuhan ikan, tetapi juga memainkan peranan dalam proses penapisan air. Integrasi kultur ikan tilapia merah dan salad daun memberikan keputusan yang terbaik dan dijadikan model pengeluaran makanan secara berterusan menggunakan sistem piskiponik.

Abstract of the thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in
fulfilment of the requirement for the degree Master of Science

**THE PRODUCTION OF SELECTED TROPICAL FISH AND VEGETABLES
USING PISCIPONIC SYSTEM**

By

MUHAMMAD BIN ABDULLAH

August 2004

Chairman: Associate Professor Mohd Salleh Kamarudin, Ph.D.

Faculty: Agriculture

The integration of various agriculture practices becomes more important as water and land resources are becoming limited. This study was conducted to evaluate the potential of producing selected tropical food fish and vegetable in an integrated system using pisciponic method.

An experiment was carried out to determine the effect of hydroponic nutrient concentration on water quality, survival and growth of baung (*Mystus nemurus*), African catfish (*Clarias gariepinus*) and red tilapia (*Oreochromis sp.*). Results showed that the concentration of hydroponic solution significantly affected water quality parameters. Conductivity and ammonia-N concentration increased significantly ($P < 0.05$) with the increase in the concentration of hydroponic solution in the water. Conductivity and ammonia-N ranged from 0.43-2.59 mmhos and 3.00-17.52 mg L⁻¹, respectively. Survival and growth of all fish species significantly decreased ($P < 0.05$) with the increase in the concentration of hydroponic solution.

Mean survival and specific growth rate were 74.45% and 2.82% day⁻¹ for red tilapia, 54.45% and 2.28% day⁻¹ for African catfish, and 29.31% and 0.64% day⁻¹ for baung, respectively. This study showed that red tilapia was the most tolerant species to the hydroponic solution. However, a high concentration of hydroponic solution (>25%) caused hyperplasia in gill tissue for all fish species tested.

Another experiment was carried out to determine the effect of 25% hydroponic solution and different vegetable species including Pak Choi (*Brassica chinensis*), Chinese kale (*Brassica alboglabra*) and lettuce (*Lactuca sativa*) on the growth and production of red tilapia, *Oreochromis sp.* in a pisciponic system. Results showed that growth, survival, food conversion ratio, protein efficiency ratio and production of red tilapia were not affected ($P>0.05$) when 25% hydroponic solution and different vegetables were used. Survival of red tilapia was between 52.3-75.7% with the total production of 15.2-21.1 kg m⁻³ crop⁻¹ (18 weeks). Nevertheless, the use of hydroponic solution significantly increased ($P<0.05$) the growth and production of all vegetables. The highest production was attained by lettuce (6.44 kg m⁻² fish crop⁻¹), followed by Pak Choi and Chinese kale (3.82 and 1.52 kg m⁻² fish crop⁻¹, respectively).

A similar experiment was also conducted using African catfish, *Clarias gariepinus*. Results showed the use of 25% hydroponic solution significantly reduced ($P<0.05$) the survival, food conversion ratio, protein efficiency ratio and production of African catfish. Survival of African catfish was between 9.3-64.0% with the total production of 2.1-17.1 kg m⁻³ crop⁻¹ (10 weeks). The use of hydroponic solution gave significant increases ($P<0.05$) in the growth and production of vegetables. The highest total

production of vegetables was achieved by Pak Choi ($0.80 \text{ kg m}^{-2} \text{ fish crop}^{-1}$) followed by lettuce ($0.57 \text{ kg m}^{-2} \text{ fish crop}^{-1}$) and Chinese kale ($0.26 \text{ kg m}^{-2} \text{ fish crop}^{-1}$).

In all experiments, no specific biological filter was used. Thus, vegetables did not only absorb the nutrient from fish waste but also played an important role in the water biofiltration process. The integrated culture of red tilapia and lettuce gave the best result and could be used as a model for a continuous food production using a pisciponic system.

PENGHARGAAN

Saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia Prof. Madya Dr. Mohd Salleh Kamarudin kerana memberi bimbingan dan sokongan di sepanjang pengajian. Saya juga berterima kasih kepada ahli jawatankuasa penyeliaan, Dr. Che Roos Saad dan Prof. Madya Dr. Mohd Razi Ismail yang telah memberi pandangan dan bimbingan yang berguna.

Terima kasih juga diucapkan kepada Dr. Hassan Hj. Mohd Daud yang memberi tunjukajar dalam bidang histologi dan kebenaran menggunakan kemudahan di Makmal Histologi. Tidak ketinggalan terima kasih diucapkan kepada kakitangan Makmal Atomic Absorption Spectrophotometer dan Makmal Autoanalyzer, Jabatan Sains Tanaman, Fakulti Pertanian yang membantu dalam kerja-kerja menganalisis kandungan nutrien.

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada semua staf Unit Penetasan, Fakulti Pertanian, En. Jasni Mohd Yusoff, En. Raden Zaidi, En. Nordin Salimin dan En. Krishnanmurthy yang telah memberi komitmen dan kerjasama yang berterusan semasa penyelidikan dijalankan.

Akhir sekali terima kasih juga diucapkan kepada En. Rozihan Mohamed, Dr. Annie Christianus, En. Hamid Khoda Bakhsh dan sesiapa juga yang berkenaan yang sentiasa bersedia memberi pandangan dan membantu di masa-masa yang diperlukan di sepanjang tempoh pengajian saya.

Saya mengesahkan bahawa Jawatankuasa Pemeriksa bagi Muhammad Abdullah telah mengadakan peperiksaan akhir pada 12 hb. Ogos 2004 untuk menilai tesis Master Sains beliau yang bertajuk “Pengeluaran Ikan Dan Sayur-sayuran Tropika Terpilih Menggunakan Kaedah Piskiponik” mengikut Akta Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1980 dan Peraturan-peraturan Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1981. Jawatankuasa Pemeriksa adalah seperti berikut:

Kamaruzaman Sijam, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Pertanian
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Zakaria Wahab, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Pertanian
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Mustafa Kamal Abdul Satar, Ph.D.

Pensyarah
Fakulti Pertanian
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Roshada Hashim, Ph.D.

Profesor
Pusat Pengajian Sains Kajihayat
Universiti Sains Malaysia
(Pemeriksa Luar)

GULAM RUSUL RAHMAT ALI, Ph.D.

Profesor/Timbangan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh: 08 NOV 2004

Tesis ini telah diserahkan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains. Ahli-ahli Jawatankuasa Penyeliaan adalah seperti berikut:

Mohd Salleh Kamarudin, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Pertanian
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Che Roos Saad, Ph.D.

Pensyarah
Fakulti Pertanian
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Mohd Razi Ismail, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Pertanian
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

AINI IDERIS, Ph.D.

Profesor/Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh:

PENAKUAN

Saya mengaku bahawa tesis ini adalah berdasarkan kepada kerja asal kecuali petikan dan kutipan sebagaimana yang telah dinyatakan. Saya juga mengaku bahawa ia tidak pernah diserahkan sebelumnya atau bersamaan kepada mana-mana ijazah lain di UPM atau institusi lain .

MUHAMMAD BIN ABDULLAH

Tarikh: 9 hb. Ogos 2004

JADUAL KANDUNGAN

	Muka surat
DEDIKASI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	vi
PENGHARGAAN	ix
PENGESAHAN	x
PENGAKUAN	xii
JADUAL KANDUNGAN	xiii
SENARAI JADUAL	xvi
SENARAI RAJAH	xix
SENARAI SIMBOL	xxii
BAB	
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang Kajian	1
Kepentingan Kajian	2
Objektif Kajian	4
2 ULASAN RUJUKAN BAHAN BERTULIS	5
Integrasi Sistem Hidroponik Dan Akuakultur	5
Kelebihan Sistem Integrasi	6
Rekabentuk Dan Komponen Sistem Integrasi	7
Sistem Kitaran Semula Akuakultur	9
Penapis Biologi Dalam Sistem Kitaran Semula Akuakultur	11
Makanan Ikan Dan Mutu Air	13
Kesan Mutu Air Terhadap Kesihatan Ikan	14
Pengumpulan Bahan Pepejal Dalam Sistem Akuaponik	17
Sistem Hidroponik Teknik Nutrien Cetek	18
Nutrien Dan Pemakanan Sayur-sayuran	20
Kesan pH Air Terhadap Pertumbuhan Sayur-sayuran	22
Pemilihan Spesies Ikan Dan Sayur-sayuran	23
3 METODOLOGI UMUM	26
Lokasi Kajian	26
Pengukuran Parameter Mutu Air	26
Pengukuran Dan Pengiraan Parameter Pertumbuhan Ikan	26
Pengukuran Parameter Tumbesaran Sayur-sayuran	27
Pengukuran Kepekatan Nutrien Dalam Tisu Sayur-sayuran Dan Air	28
Pengkulturan Ikan dan Sayur-sayuran	28

	Pemberian Makanan Ikan	29
	Penyediaan Larutan Nutrien Hidroponik	30
	Analisis Statistik	30
	Rekabentuk Sistem Piskiponik	31
4	KESAN PARAS LARUTAN NUTRIEN HIDROPONIK TERHADAP MUTU AIR, KEMANDIRIAN DAN PERTUMBUHAN IKAN BAUNG (<i>Mystus nemurus</i>), KELI AFRIKA (<i>Clarias gariepinus</i>) DAN TILAPIA MERAH (<i>Oreochromis sp.</i>)	33
	Pengenalan	33
	Metodologi	34
	Keputusan	38
	Mutu Air	38
	Kemandirian Dan Pertumbuhan Ikan	38
	Histologi Ikan	47
	Perbincangan	50
	Kesimpulan	55
5	KESAN LARUTAN HIDROPONIK DAN SPESIES SAYUR-SAYURAN YANG BERBEZA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGHASILAN IKAN TILAPIA MERAH, <i>Oreochromis sp.</i> DI DALAM SISTEM PISKIPONIK	56
	Pengenalan	56
	Metodologi	57
	Keputusan	58
	Mutu Air	58
	Kemandirian, Pertumbuhan Dan Penghasilan Ikan	68
	Pertumbuhan Dan Penghasilan Sayur-sayuran	73
	Kepekatan Nutrien Di Dalam Air Sistem	80
	Kepekatan Nutrien Di Dalam Sayur-sayuran	90
	Perbincangan	90
	Mutu Air	90
	Pertumbuhan Dan Penghasilan Ikan	94
	Pertumbuhan Dan Penghasilan Sayur-sayuran	95
	Kepekatan Nutrien Dalam Air Sistem Dan Sayur-sayuran	96
	Kesimpulan	98
6	KESAN LARUTAN HIDROPONIK DAN SPESIES SAYUR-SAYURAN YANG BERBEZA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGHASILAN IKAN KELI AFRIKA, <i>Clarias gariepinus</i> DI DALAM SISTEM PISKIPONIK	99

Pengenalan	99
Metodologi	100
Keputusan	101
Mutu Air	101
Kemandirian, Pertumbuhan Dan Penghasilan Ikan	110
Pertumbuhan Dan Penghasilan Sayur-sayuran	116
Kepekatan Nutrien Di Dalam Air Sistem	121
Kepekatan Nutrien Di Dalam Sayur-sayuran	128
Perbincangan	130
Mutu Air	130
Pertumbuhan Dan Penghasilan Ikan	132
Pertumbuhan Dan Penghasilan Sayur-sayuran	133
Kepekatan Nutrien Dalam Air Sistem Dan Sayur-sayuran	135
Kesimpulan	135
7 PERBINCANGAN UMUM	137
Kesan Larutan Hidroponik	137
Pengeluaran Ikan Dan Sayur-sayuran	133
Sistem Piskiponik	138
Rumusan	139
Cadangan	141
RUJUKAN	143
LAMPIRAN	150
BIODATA PENULIS	157