

**PERBANDINGAN KESAN FERTIGASI DAN AKUAGASI
MENGUNAKAN AIR SISA TERNAKAN IKAN TILAPIA KE ATAS
TUMBESARAN DAN HASIL CILI (KULAI) DI BAWAH STRUKTUR
PERLINDUNGAN HUJAN**

GERALD SANG ANAK ANTHONY

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM PENGELUARAN TANAMAN
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2018**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: PERBANDINGAN KESAN FERTIGASI DAN AKUAGASI MENGGUNAKAN AIR SISA TERNAKAN IKAN TILAPIA KE ATAS TUMBEJARAN DAN HASIL CILI (KULAI) DI BAWAH STRUKTUR LINDUNGAN HUJAN

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN (PENGELIARAN TANAMAN)

SAYA: GERALD SANG ANAK ANTHONY SESI PENGAJIAN: 2014/2015
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh:

Nurulain
NURULAIN BINTI ISMAIL
PUSTAKAWAN KALAH
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

G.S.
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: LOT 126
TAMAN DESA INDAH
JLN HOLUIS 98000
SRI AMAN SARAWAK

TARIKH: 18/1/2018

Mohd Ania Mohd. Idris
(NAMA PENYELIA)
TARIKH: 18/1/2018

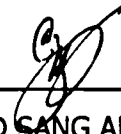
Catatan:

- *Potong yang tidak berkenaan.
- *Jika tesis ini SULIT dan TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- *Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara Penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Saya juga mengaku bahawa disertasi ini tidak pernah atau sedang dihantar untuk perolehi ijazah dari universiti ini atau mana universiti yang lain.



GERALD SANG ANAK ANTHONY

BR14110031

07 DISEMBER 2017



DIPERAKUKAN OLEH

1. PROF. DR. IR. MOHD AMIN BIN MOHD SOOM
PENYELIA


Tandatangan dan cop

PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin mengucapkan syukur kepada Tuhan kerana di atas berkatNya, saya mampu untuk menyiapkan disertasi ini. Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia saya, Prof. Ir. Dr. Mohd. Amin Mohd. Soom atas segala nasihat, dorongan, bantuan dan keprihatinan yang diberikan sepanjang menyempurnakan disertasi ini. Bimbingan dan tunjuk ajar yang dihulurkan oleh penyelia saya banyak membantu dalam menyiapkan Projek Tahun Akhir ini.

Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada para pensyarah terutama En. Borhan Abd. Haya @ Yahya yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu kepada saya sepanjang meneruskan pengajian di sini. Juga kepada kakitangan Fakulti Pertanian Lestari (FPL), En. Bernard Tzing, Puan Dyg Siti Aminah dan En. Firdaus yang telah memberikan kebenaran untuk menggunakan peralatan dan tempat kajian. Kepada rakan-rakan saya terutama Vesfony Voo, Ruhazam bin Rusli dan Ahmad Faisal Aizat, terima kasih diucapkan atas pertolongan, motivasi dan dorongan yang diberikan secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan disertasi ini.

Akhir sekali, tidak lupa kepada orang-orang terpenting dalam hidup saya iaitu kedua-dua ibubapa dan nenek saya yang sentiasa memberikan galakan dan dorongan kepada saya sepanjang kajian ini dijalankan. Terima kasih juga kepada adik saya Darriyn Joan dan ahli keluarga terdekat yang turut memberikan bantuan dari segi kewangan untuk menyiapkan projek tahun akhir saya.



ABSTRAK

Amalan biasa dalam penanaman cili dibawah struktur perlindungan hujan adalah dengan fertigasi. Tetapi dengan peningkatan kos baja cecair, kaedah alternatif perlu dibangunkan. Akuagasi merupakan satu alternatif menguntungkan memandangkan penuaian kembar cili dan ikan tilapia akan meningkatkan pendapatan para pengusaha. Satu kajian telah dijalankan di Fakulti Pertanian Lestari, Universiti Malaysia Sabah selama empat (4) bulan bermula Ogos sehingga November 2017. Kajian yang telah dijalankan ini adalah untuk mengkaji kesan fertigasi dan akuagasi menggunakan air sisa ternakan ikan tilapia terhadap tumbesaran dan hasil cili. Objektif kajian ini adalah untuk membandingkan kadar tumbesaran dan penghasilan cili menggunakan air tangki ternakan ikan tilapia di antara akuagasi dan fertigasi. Selain itu, kajian ini juga akan menentukan penjimatan kos pengeluaran hasil cili dengan menggantikan penggunaan baja solusi AB kepada air sisa dari tangki ternakan ikan tilapia. Dua perbandingan rawatan telah dilakukan ke atas cili iaitu menggunakan sisa ternakan ikan tilapia dan baja. Setiap rawatan telah dilakukan ke atas 15 replikasi pokok cili. Sebanyak 200 ekor anak ikan tilapia merah telah diletakkan ke dalam tangki ternakan ikan tilapia. Parameter yang telah diukur adalah bilangan buah pada setiap pokok, ukur lilit buah cili (cm), panjang buah cili (cm) dan berat basah buah cili (g). Hasil kajian menunjukkan bahawa sistem fertigasi menggunakan baja solusi AB memberikan kesan penghasilan buah cili yang lebih baik. Berdasarkan daripada keputusan yang diperolehi, sistem akuagasi telah menunjukkan keputusan yang memberangsangkan dalam tumbesaran cili. Walaupun sistem akuagasi memberikan hasil yang kurang sebanyak 31.5% dari fertigasi, namun penambahan pendapatan daripada penjualan ikan tilapia memberikan jumlah pulangan yang lebih kepada pengusaha.



**COMPARISON BETWEEN FERTIGATION AND AQUAGATION USING TILAPIA
WASTE WATER TO THE GROWTH AND PRODUCTION OF CHILI (KULAI)
UNDER RAINHELTER STRUCTURE**

ABSTRACT

A common practice in chili cultivation under the rain protection structure is by fertigation. However, due to the rising cost of liquid fertilizer, there is a need to look for alternative way that need to be developed. Aquagation would be an alternative since the double harvest from chili and tilapia could increase the farmer income. A study was conducted at the Faculty of Sustainable Agriculture, Universiti Malaysia Sabah for four (4) months from August to November 2017. The study was conducted to evaluate the effect of fertigation and aquagation using tilapia fish waste water for growth and chilli's yield. The objectives of this study is to compare the growth rate and production of chilli using the waste product of tilapia fish between aquagation and fertigation. In addition, this study will also determine the production cost of chili by replacing AB fertilizer solution to the waste product from tilapia fish. Two comparisons of treatment have been done on chilli which is using the waste of tilapia and fertilizer. Each treatment has been conducted on 15 replication of chilli trees. A total of 200 red tilapia fishes have been placed in the tilapia fish tanks. The measured parameters were the number of fruit in each tree, the size of the chilli (cm), the length of the chili (cm) and the wet weight of the chili (g). The results showed that the fertigation system using AB fertilizer solution give better growth for chili. Based on the results obtained, the aquagation system has shown encouraging results in the growth of chillies. Although the aquagation system yields less than 31.5% of the yields, however, the increase in income from the sale of tilapia fish gives more returns to the farmers.



ISI KANDUNGAN

Senarai Kandungan

Muka Surat

PENGHARGAAN		iv
ABSTRAK		v
<i>ABSTRACT</i>		vi
ISI KANDUNGAN		vii
SENARAI JADUAL		ix
SENARAI FORMULA		x
SENARAI SIMBOL		xi
BAB 1	PENGENALAN	
1.1	Latar belakang	1
1.2	Justifikasi kajian	3
1.3	Kepentingan kajian	3
1.4	Objektif	4
1.5	Hipotesis	4
BAB 2	ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1	Fertigasi	5
	2.1.1 Komponen fertigasi	7
2.2	Medium tanaman	9
	2.2.1 Habuk sabut kelapa (cocopeat)	9
	2.2.2 Medium sekam padi (biochar)	10
2.3	Cili	11
	2.3.1 Keterangan botani cili	12
	2.3.2 Varieti cili	13
	2.3.3 Perosak dan penyakit pokok cili	14
2.4	Ikan tilapia	16
	2.4.1 Penyediaan tangki ternakan ikan tilapia	17
	2.4.2 Pemakanan ikan tilapia	19
2.5	Baja	20
	2.5.1 Nutrien didalam air sisa ternakan ikan tilapia	20
	2.5.2 Baja NPK	21
BAB 3	METODOLOGI	
3.1	Lokasi dan tempat kajian	22
3.2	Tempoh kajian	22
3.3	Kaedah kajian	22
	3.3.1 Pembersihan struktur lindungan hujan	22
	3.3.2 Penyediaan anak benih cili	23
	3.3.3 Benih ikan tilapia	24
	3.3.4 Pemasangan dan penyelenggaraan sistem fertigasi	24
3.4	Pengurusan tanaman	25
	3.4.1 Pembajaan dan pengairan	25
	3.4.2 Kawalan rumpai, serangga perosak dan penyakit	26
	3.4.3 Penuaian hasil	26
3.5	Parameter kajian	28



	3.5.1 Tumbesaran cili	28
	3.5.2 Hasil cili	28
3.6	Analisis data	29
3.7	Rekabentuk kajian	29
BAB 4	KEPUTUSAN	
4.1	Keputusan kajian	32
4.2	Pertumbuhan cili	32
	4.2.1 Ketinggian pokok cili	32
4.3	Hasil cili	34
	4.3.1 Bilangan buah per pokok	35
	4.3.2 Berat basah buah cili	36
	4.3.3 Panjang buah cili	37
	4.3.4 Ukur lilit buah cili	38
BAB 5	PERBINCANGAN	
5.1	Kesan penggunaan sistem fertigasi baja AB dan sistem akuagasi air sisa ternakan ikan tilapia ke atas tumbesaran dan hasil cili	39
	5.1.1 Kesan terhadap pertumbuhan pokok cili	39
	5.1.2 Kesan terhadap hasil pokok cili	40
5.2	Kesan penggunaan sistem fertigasi baja AB dan sistem akuagasi air ternakan ikan tilapia ke atas kos pengeluaran cili	41
BAB 6	KESIMPULAN	
6.1	Kesimpulan	43
6.2	Cadangan	43
RUJUKAN		44
LAMPIRAN		46

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
2.1	Kandungan nutrient baja set A dan B	6
2.2	Senarai peralatan yang diperlukan untuk sistem fertigasi	7
2.3	Kandungan nutrisi didalam cocopeat	10
2.4	Komposisi nutrien cili	11
2.5	Varieti cili yang ditanam secara komersial di Malaysia	13
2.6	Nutrien di dalam air sisa ternakan tilapia	21
3.1	Kadar pengairan dan pembajaan	26
Rajah		
4.1	Kesan pertumbuhan cili menggunakan sistem fertigasi baja AB dan sistem akuagasi air sisa ternakan air tilapia terhadap ketinggian pokok cili daripada minggu pertama sehingga minggu ke-13	33
4.2	Kesan rawatan fertigasi baja AB dan akuagasi air ternakan ikan tilapia terhadap min ketinggian tanaman cili pada minggu ke-12	34
4.3	Kesan rawatan fertigasi baja AB dan akuagasi air ternakan ikan tilapia terhadap min bilangan buah cili pada minggu ke-12	35
4.4	Kesan rawatan fertigasi baja AB dan akuagasi air ternakan ikan tilapia terhadap min berat basah buah cili pada minggu ke-12	36
4.5	Kesan rawatan fertigasi baja AB dan akuagasi air ternakan ikan tilapia terhadap min panjang buah cili pada minggu ke-12	37
4.6	Kesan rawatan fertigasi baja AB dan akuagasi air ternakan ikan tilapia terhadap min ukur lilit buah cili pada minggu ke-12	37

SENARAI FORMULA

Formula	Muka surat
3.1 Tinggi pokok cili (sm) = $\frac{\text{jumlah tinggi pokok cili per rawatan}}{\text{bilangan replikasi}}$	28
3.2 Bilangan buah = $\frac{\text{bilangan buah per rawatan}}{\text{bilangan replikasi}}$	28
3.3 berat basah buah cili (g) = $\frac{\text{jumlah berat basah buah cili per rawatan}}{\text{bilangan replikasi}}$	28
3.4 panjang buah cili (sm) = $\frac{\text{panjang buah cili per rawatan}}{\text{bilangan replikasi}}$	28
3.5 ukur lilit buah cili (sm) = $\frac{\text{ukur lilit buah per rawatan}}{\text{bilangan replikasi}}$	29

SENARAI SIMBOL DAN NAMA SINGKATAN

%	Peratus
N	Nitrogen
P	Fosforus
K	Kalium
L	Liter
µg	Microgram
PE	Polythene
RM	Ringgit Malaysia
EC	Electric Conductivity
pH	<i>Potential of hydrogen</i>
µS	<i>Microsiemens</i>
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
ha	Hektar
sm/cm	Sentimeter/ <i>centimeter</i>
<i>spp</i>	<i>species</i>
CRD	Completely Randomized Design
MARDI	<i>Malaysian Agricultural Research and Development Institute</i>
UMS	University Malaysia Sabah
PLRV	Potato Leaf Roll Virus
FAO	Food and Agriculture Organisation
<i>O. mossambicus</i>	<i>oreochromis mossambicus</i>
<i>O. niloticus</i>	<i>oreochromis niloticus</i>
<i>B. latifrons</i>	<i>Bison latifrons</i>
<i>B. cucurbitae</i>	<i>Bactrocera cucurbitae</i>
<i>B. carambolae</i>	<i>Bactrocera carambolae</i>



BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar belakang

Fertigasi, atau "Fertigation" berasal dari dua perkataan Inggeris iaitu "fertilizer" dan "irrigation" yang digabungkan menjadi satu. Fertigasi boleh ditakrifkan sebagai proses pengairan dan pembajaan yang dijalankan serentak menggunakan sistem pengairan titis. Melalui kaedah ini, pemberian nutrien lengkap yang diperlukan oleh zon akar boleh dikawal mengikut keperluan tanaman berdasarkan jenis dan peringkat pertumbuhan sesuatu tanaman. Dengan itu, pembaziran sumber dan pencemaran alam sekitar dapat dihindarkan (Hagin dan Anat Lowengart, 1996).

Sistem fertigasi adalah salah satu cabang hidroponik lain dimana sistem pengairan hanya menyalurkan larutan nutrien yang diperlukan oleh tumbuhan dengan menggunakan pam tangki larutan nutrien baja AB kepada tanaman di dalam polibeg menggunakan media tanaman sama ada sabut kelapa (cocopeat) ataupun sekam padi bakar (biochar). Media yang biasa digunakan adalah sekam padi bakar dan sabut kelapa dengan nisbah 50:50 yang mempunyai pH 6.5 ke 6.8. Kedua-dua media ini tidak mempunyai sebarang nutrien tetapi kemampuannya untuk 'menyimpan air' membantu pokok untuk menyerap baja yang terlarut dalam air fertigasi. Dalam sistem fertigasi beberapa peralatan digunakan bagi tujuan mengawal serangga perosak dan merumput dengan membuat jaring kalis serangga di bawah struktur perlindungan hujan. Kaedah titisan yang digunakan dalam sistem fertigasi mampu membekalkan air dan larutan baja kepada tanaman tanpa pembaziran (Patricia, 1999). Air dan larutan baja diberikan secara berkala setiap hari. Larutan baja yang mengandungi segala nutrien untuk keperluan peringkat pokok diberikan terus ke akar tanaman.

Kelebihan sistem fertigasi antara lain dapat menyalurkan nutrien lengkap yang boleh dikawal mengikut keperluan berdasarkan jenis dan peringkat pertumbuhan sesuatu tanaman. Selain itu ia juga menjamin kebersihan dan menghindarkan penyakit



serta mengatasi masalah tanah seperti tidak subur, perumah penyakit dan perosak. Sistem ini juga dapat meningkatkan hasil per unit kawasan dengan kepadatan tinggi sekaligus mengeluarkan kualiti hasil yang lebih baik.

Cili (*Capsicum annum*) adalah sejenis tumbuhan dari famili Solanaceae termasuk beberapa spesis lain yang mempunyai kepentingan ekonomi seperti kentang (*Solanum tuberosum*), tomato (*Solanum lycopersicum*) dan terung (*Solanum melongena*) (Khan *et al.*, 2005). Ini disebabkan oleh kepelbagaian kegunaannya terutama dalam masakan, bahan pewarna dan perasa. Cili terdiri daripada pelbagai spesis dan varieti berdasarkan kegunaan dan jenis. Namanya berasal dari bahasa Nahuatl melalui terbitan perkataan bahasa Sepanyol Chile. Cili juga dikenali sebagai lada (Pantai Timur Malaysia) dan cabai (Malaysia Utara). Di Malaysia, kebanyakan cili ditanam di kawasan tanah rendah.

Cili adalah sejenis tanaman yang tumbuh menegak, berakar tunjang, batang yang bercabang bewarna hijau atau ungu bergantung kepada kultivar (ketinggian boleh mencapai 75 cm atau 30 inci) dan mempunyai daun berwarna hijau muda ke hijau tua berbentuk ovat lebar (saiz bergantung kepada kultivar). Cili mempunyai 5 kelopak bunga yang berwarna putih (kadang-kadang ungu) tumbuh keluar dari ketiak daun. Buah pula berbentuk tirus memanjang berwarna hijau, coklat dan merah apabila masak.

Cili merupakan tanaman yang membuat pensenyawaan sendiri. Walaupun begitu 30% dari bunga cili akan terjadi pensenyawaan silang juga. Cili boleh ditanam terus di atas tanah dan kawasan yang terbuka atau melalui kaedah kultur tanpa tanah menggunakan struktur lindungan hujan. Hasil cili boleh dituai seawal 85 hari dengan penanaman menggunakan kaedah fertigasi berbanding 100 hari melalui kaedah konvensional. Selain cili, tanaman lain seperti tomato, halia dan rockmelon juga telah dibuktikan berkesan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil melalui sistem ini. Secara ringkas, sistem tanaman ini adalah sangat sesuai untuk tanaman yang bernilai tinggi di pasaran.

Dalam fertigasi, penggunaan baja AB biasa digunakan oleh pengusaha untuk pelbagai jenis tanaman selain cili. Baja cecair stok A adalah makronutrien manakala stok B adalah mikronutrien. Oleh kerana harga yang mahal, petani lebih cenderung untuk mengamalkan kaedah tanam terus di atas tanah kerana mempunyai lebih banyak pilihan baja yang lebih murah. Dalam kajian ini, penggunaan baja AB dibandingkan dengan air tangki ternakan ikan tilapia. Penggunaan ikan tilapia akan memberikan kesan yang positif kepada pertumbuhan cili kerana terdapat banyak

bahan organik yang terkandung di dalam sisa air penternakan ikan tersebut. Setelah matang, ikan tersebut boleh dijual di pasaran kerana ikan tilapia merah mendapat permintaan tinggi dalam kalangan masyarakat di Malaysia.

Menurut statistik dari FAO 2014, penghasilan tilapia adalah yang ketiga terbesar selepas salmon dan kap (di seluruh dunia). Disebabkan oleh saiznya yang besar, tumbesaran yang cepat dan rasa yang sedap, tilapia merupakan pilihan utama bagi pengusaha akuakultur terutama *Oreochromis spp.* Selain dari rintang kepada penyakit dan boleh menyesuaikan diri dalam pelbagai keadaan, tilapia tidak seperti salmon dan kap dimana ia boleh mengambil pelbagai jenis diet. Kebanyakan penternak pada hari ini menggunakan pelet yang terdiri daripada bijirin seperti gandum, jagung atau kacang soya serta mengandungi sedikit minyak ikan atau makanan berasaskan ikan. Keperluan utama dalam penternakan tilapia adalah mengekalkan suhu air pada 28°C (Hariz Amrry, 2007).

1.2 Justifikasi kajian

Cili mempunyai kepentingan khasiat dan nilai ekonomi yang tinggi. Ia merupakan tanaman berbuah yang penting sebagai makanan perasa dalam industri makanan dan juga dalam bidang perubatan dalam industri farmaseutikal (Pawar *et al.*, 2011). Adalah penting untuk memastikan hasil cili dipertingkatkan untuk memenuhi permintaan pelanggan yang semakin meningkat. Salah satu cara untuk mendapatkan hasil cili yang maksimum adalah menggunakan sistem fertigasi. Salah satu kebaikan dalam menggunakan sistem ini adalah untuk mengelakkan penyakit bawaan tanah seperti Phytium, Fusarium dan Rhizoctonia.

Kajian yang dijalankan ini melibatkan penggunaan air ternakan tilapia untuk menggantikan baja yang disalurkan kepada pokok cili menggunakan kaedah titisan. Kaedah pengairan ini dinamakan akuagasi (aquagation) iaitu gabungan diantara akuakultur (aquaculture) dan irigasi (irrigation).

1.3 Kepentingan kajian

Kajian ini adalah penting untuk mendedahkan kelebihan penggunaan air tangki ternakan ikan tilapia dalam menggantikan baja AB. Disamping menilai kesan antara air tangki ikan tilapia dan baja AB, kadar tumbesaran dan hasil cili juga dapat ditingkatkan. Kajian ini dijalankan agar dapat membantu pengusaha untuk

mengurangkan kos pengeluaran cili yang lebih mesra alam berbanding penggunaan baja AB.

Di akhir kajian ini, diharapkan pengusaha tanaman cili di bawah struktur perlindungan hujan akan dapat meningkatkan pendapatan melalui penjualan ikan tilapia dan meningkatkan keuntungan hasil jualan cili.

1.4 Objektif

1. Menentukan kadar tumbesaran dan penghasilan cili menggunakan air tangki ternakan ikan tilapia melalui sistem akuagasi berbanding menggunakan fertigasi.
2. Menentukan penjimatan kos pengeluaran hasil cili dengan menggantikan penggunaan baja AB kepada air sisa dari ternakan ikan tilapia.

1.5 Hipotesis

1. H_0 : Tiada perbezaan beerti antara kesan pemberian baja AB dan air sisa ternakan ikan tilapia ke atas kadar tumbesaran dan penghasilan pokok cili.
 H_a : Terdapat perbezaan beerti antara kesan pemberian baja AB dan air sisa ternakan ikan tilapia ke atas kadar tumbesaran dan penghasilan pokok cili.
2. H_0 : Tiada perbezaan beerti antara kesan pemberian baja AB dan air sisa ternakan ikan tilapia ke atas kos pengeluaran tanaman cili.
 H_a : Terdapat perbezaan beerti antara kesan pemberian baja AB dan air sisa ternakan ikan tilapia ke atas kos pengeluaran tanaman cili.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Fertigasi

Fertigasi adalah sistem pembajaan dan pengairan terhadap tanaman yang berjalan secara serentak. Perkataan fertigasi berasal dari cantuman dua perkataan iaitu "fertilization" dan "irrigation" (Yaseer, 2012). Fertigasi digunakan untuk memberi segala keperluan nutrien kepada pokok secara terus melalui penitis dan cara ini dapat mengurangkan pembaziran nutrien kerana air larutan tersebut akan terus disalurkan ke dalam akar tanaman. Antara peralatan asas dalam penyediaan sistem fertigasi adalah tangki, medium tanaman, pam elektrik, paip poli, penitis, pengatur masa elektronik, tiub mini dan penyambung.

Fertigasi tergolong dalam kumpulan hidroponik iaitu pengeluaran tanaman tanpa menggunakan tanah (Geekgardener, 2013). Sistem ini merupakan salah satu cabang daripada hidroponik lain seperti Sistem Titisan Mikro, Hiroponik Aliran Dalam, Hidroponik Aliran Cetek, Hidroponik Statik, Aeroponik dan Pemercik Mikro. Secara umumnya kaedah ini sesuai untuk tanaman seperti tomato, cili, timun, strawberi, terung dan pokok hiasan (Mohd Asraf, 2008). Tanaman ini mempunyai nilai komersial yang tinggi dan mampu mendatangkan hasil yang lumayan dan pemulangan modal dalam masa yang singkat.

Beberapa media digunakan bagi tujuan menggantikan fungsi tanah seperti habuk sabut kelapa (*cocopeat*), sekam padi, *rootwool*, *perlite* dan *vermiculite*. Cocopeat dan sekam padi digunakan secara meluas kerana harganya yang murah dan mudah digunakan. Sistem fertigasi lebih efisien jika dibuat di bawah struktur lindungan hujan untuk mengelakkan tanaman dari dijangkiti sebarang penyakit samada penyakit daun, pucuk atau buah yang disebabkan oleh percikan air hujan. Tujuan penggunaan

struktur lindungan hujan juga untuk mengelakkan baja yang diberikan kepada pokok menjadi cair apabila waktu hujan (Yasser, 2012).

Baja yang digunakan dalam fertisasi hendaklah dilarutkan dalam air terlebih dahulu sebelum disalurkan kepada tanaman. Selain itu, kandungan baja yang dibekalkan hendaklah sesuai dengan pertumbuhan pokok (Mohd Asraf, 2008). Baja ini boleh didapati di pasaran dalam bentuk baja AB dimana baja A merupakan makronutrien dan baja B adalah mikronutrien seperti yang ditunjukkan dalam jadual 2.1. Contoh bahan makronutrien adalah kalsium nitrat dan ferum manakala kandungan mikronutrien adalah kalium nitrat, sulfur, asid boric dan magnesium sulfat. Tanaman akan diairi dengan larutan baja secara titisan beberapa kali sehari mengikut keperluan tanaman (Mohd Asraf, 2008).

Baja yang dilarutkan dalam tangki akan diagihkan kepada pokok menggunakan saluran paip dan penitis yang disambungkan dengan pam air. Kuantiti baja yang digunakan haruslah bersesuaian dan mengikut pertumbuhan pokok. Baja juga perlu digaul sehingga larut untuk mengelakkan ia termendap menjadi gumpalan. Gumpalan ini akan menyebabkan paip tersumbat. Kepekatan baja dalam air boleh diukur dengan alat penyukat (*electrod conductivity*) EC, iaitu kepekatan unsur nutrien dalam larutan dan kepekatan yang digunakan bergantung kepada jenis tumbuhan yang ditanam (MARDI, 2007).

Jadual 2.1 Kandungan nutrient baja set A dan B

Jenis nutrien baja set A	Kandungan (mg/L)
Kalsium nitrat	11500
Ferum	190
Jenis nutrien baja set B	
Kalium nitrat	6600
Magnesium sulfat	4030
Monokalium posfat	2220
Mangan	17
Boron	33
Kuprum	2
Zink	15
Pagimolium molibdat	2

Sumber: (Mohd Asraf, 2008)

Sistem fertigasi ini tidak akan mempunyai masalah rumpai walaupun pada jumlah yang kecil. Pengusaha biasanya akan menggunakan lantai yang rata berkonkrit atau berbatu untuk mengelakkan media tertumpah jika lantai berkeadaan condong ataupun tidak rata. Bagi yang menggunakan batu gravel, adalah perlu untuk menggunakan "silver shine" untuk mengelakkan pertumbuhan rumpai yang boleh mengganggu pertumbuhan tanaman.

Secara tidak langsung, ianya dapat mengurangkan penggunaan tenaga buruh dan dapat menjimatkan kos untuk buruh. Kualiti tanaman yang dihasilkan juga lebih baik berbanding tanaman biasa kerana penggunaan baja yang efisien mencapai 85% berbanding dengan kaedah tabur yang hanya 30% penggunaan baja. Kuantiti penghasilan tanaman juga dapat ditingkatkan sehingga 7 kali ganda dan hasil yang lebih seragam. Ianya kerana sistem ini mempunyai pengurusan tanaman yang lebih sistematik (Resh, 1991). Selain daripada itu, pengusaha juga dapat menanam segala jenis tanaman yang sesuai sepanjang tahun tanpa mengira musim.

2.1.1 Komponen fertigasi

Kemahiran menguasai pemilihan peralatan yang digunakan untuk fertigasi adalah penting kerana penggunaan peralatan yang tidak sesuai akan menyebabkan kesan buruk kepada penanaman (Leith *et al.*, 2008). Selain itu juga, penyelenggaraan harus dilakukan jika terdapat kerosakan atau penambahbaikan kepada struktur fertigasi tersebut. Oleh itu, pengusaha haruslah memiliki kemahiran dalam mengenali komponen atau peralatan yang rosak untuk memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan.

Jadual 2.2 Senarai peralatan yang diperlukan untuk sistem fertigasi

Peralatan	Fungsi
Tangki bekalan air	Sumber air bersih yang ditapis terlebih dahulu menggunakan penapis akan disimpan di dalam tangki bekalan air. Air ini akan disalurkan bersama-sama dengan baja larutan untuk diagihkan kepada tanaman.
Tangki bekalan baja	Tangki ini adalah untuk menempatkan larutan baja yang akan

diagihkan kepada tanaman. Tangki baja ini boleh mencapai 2 unit dalam sebuah sistem fertigasi bergantung kepada keperluan. Setiap campuran baja didalam sistem fertigasi haruslah mampu membekalkan semua mineral yang diperlukan oleh tanaman seperti nitrogen, fosforus, kalium, magnesium, ferum, zink, mangan, kuprum, boron, molybdenum dan sulfur. Disekitar tangki akan dipasang pam, penyukat tekanan, penapis, penyukat kepekatan dan keasidan baja serta pengatur masa elektronik (timer). Pengaliran larutan baja dari tangki larutan baja boleh dilakukan sama ada menggunakan pam atau secara tarikan graviti. Kaedah tarikan graviti biasanya dilakukan dikawasan yang tiada bekalan elektrik atau tanah tinggi seperti yang diamalkan di Cameron Highlands.

Tangki penternakan ikan tilapia Fungsi tangki ini adalah untuk dijadikan tempat menternak ikan tilapia. Air ternakan ikan tilapia akan dikumpulkan didalam tangki ini sebelum diagihkan kepada tanaman.

Injektor Fungsi injektor adalah untuk mengagihkan larutan baja didalam tangki nutrien kepada tanaman dalam nisbah yang boleh dilaraskan. Kebiasaanya baja yang didalam tangki nutrien adalah pekat, oleh sebab itu, injektor berfungsi untuk mencairkan baja bersama air sebelum diagihkan kepada tanaman.

Pam air Pam air adalah bertujuan untuk menambahkan halaju dan kuasa pergerakan air yang diagihkan kepada tanaman.

Injap solenoid Injap solenoid adalah injap elektromekanikal yang digunakan untuk mengawal air dan gas. Penyiraman dan pengagihan baja yang dilakukan adalah secara berperingkat mengikut zon-zon tertentu. Pengaliran air dan baja bagi setiap zon dikawal melalui injap solenoid secara automatik.

Penitis	Penitis adalah alat yang dipasang di hujung tiub mikro dimana larutan baja keluar ke media tanaman. Penitis disambungkan ke paip tertier (<i>lateral lines</i>) menggunakan tiub kecil dikenali sebagai microtiub yang biasanya bergarispusat 1 mm dan panjang 0.5 m. Penitis yang baik adalah dari jenis dwifungsi iaitu sebagai penitis dan juga pengatur (<i>regulator</i>). Penyelenggaraan dan pembajaan pada sistem fertigasi ini adalah jenis titisan dimana air dan baja boleh diberikan terus ke akar tanaman.
Pengatur masa	Pengatur masa ialah kunci utama kepada keseluruhan program penyiraman dan pembajaan dalam sistem fertigasi dimana pengguna boleh menetapkan kekerapan, jumlah masa serta hari pengairan mengikut kehendak dan ia akan dilakukan secara automatik.

Sumber: (Jabatan Pertanian Negeri Terengganu, 2005)

2.2 Medium tanaman

Medium kultur tanpa tanah yang digunakan dibahagi kepada dua iaitu organik dan tidak organik. Syarat utama penanaman kultur tanpa tanah ini adalah tidak menggunakan tanah langsung sebagai media tanaman (MARDI, 2007). Media yang paling banyak digunakan oleh pengusaha adalah habuk sabut kelapa (cocopeat) dan sekam bakar kerana ianya murah dan senang didapati. Selain itu, medium lain yang boleh digunakan adalah perlite dan vermiculite (batuan mineral), benang mop (bagi sistem NFT), gravel dan banyak lagi. Ciri-ciri penting pemilihan medium tanaman terbaik ialah media hendaklah porous iaitu mudah menyerap air, pH yang neutral, steril (bebas penyakit) dan tidak mengandungi unsur garam.

2.2.1 Habuk sabut kelapa (cocopeat)

Pokok kelapa dikatakan sebagai pokok yang sangat berguna kerana setiap bahagian pokok mempunyai kegunaannya. Sabut kelapa merupakan bahagian luar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa dan ketebalan sabut kelapa boleh mencecah 5-6

cm yang terdiri atas lapisan luar (exocarpium) dan lapisan dalam (endocarpuim). Sabut kelapa merangkumi 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Terdapat dua produk utama daripada sabut kelapa iaitu cocopeat (habuk sabut kelapa) dan coir (fiber panjang). Sabut kelapa yang diproses digunakan dalam sektor pertanian kerana ciri-ciri yang boleh menyerap air boleh digunakan sebagai medium untuk sistem fertigasi. Cocopeat merupakan sabut kelapa yang sudah disterilisasi. Habuk sabut kelapa sesuai digunakan sebagai medium kerana sifatnya yang menyimpan air. Dengan menggunakan habuk sabut kelapa penyiraman dapat dilakukan dengan lebih jarang (Shahid, 2007). Habuk sabut kelapa juga mempunyai kekonduksian elektrik yang rendah dan menyimpan garam kalium, iaitu nutrien yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Jadual 2.5 menunjukkan kandungan nutrisi yang terdapat dalam habuk sabut kelapa.

Jadual 2.3 Kandungan nutrisi didalam cocopeat

Kandungan nutrisi	Jumlah
pH	5.7 – 6.5
Nisbah C/N	1:0.02
Nitrogen	0.5%
Fosforus	0.03%
Kalium	0.25%
Kandungan karbon organik	10 – 12%
Jumlah bahan organik	75 – 85%
Konduktiviti	<1.0mS/cm

Sumber: (Jabatan Pertanian Malaysia, 2009)

2.2.2 Medium sekam padi (biochar)

Sekam padi adalah kulit biji padi (*Oryza sativa*) yang telah dikisar. Sekam padi yang biasa digunakan adalah sekam padi bakar atau sekam mentah (tidak dibakar). Sebagai medium penanaman, kedua-duanya penting dalam pembaikan struktur medium tanaman.

Sekam padi bakar atau kulit padi yang dibakar dengan teknik sedemikian rupa sehingga menghasilkan sekam yang berwarna hitam (arang). Sekam bakar yang baik adalah sekam yang dibakar tetapi tidak terlalu hancur. Sekam juga merupakan

medium yang mampu "memegang" tanaman dengan baik. Selain itu ia juga mudah didapati dan lebih murah. Kelemahan media sekam bakar ini adalah ianya cepat lapuk.

Sekam mentah juga boleh digunakan sebagai medium penanaman. Kelebihan sekam mentah sebagai medium adalah ianya bersifat porous, mampu menahan air dan ia juga kaya dengan vitamin B. Sekam mentah juga merupakan sumber kalium (K) yang penting untuk tanaman selain cirinya yang tidak mudah mengumpal atau menjadi padat menyebabkan akar tanaman tidak membesar dengan sempurna.

Campuran antara habuk sabut kelapa dan sekam bakar yang sesuai adalah dengan nisbah (3:1) untuk memberi pengudaraan dan juga sokongan kepada akar untuk berpaut (cari rujukan). Tetapi terdapat juga pengusaha yang hanya menggunakan salah satu daripada media tersebut bergantung kepada kawasan dan kebolehdapatan media.

2.3 Cili

Cili juga dikenali sebagai lada atau cabai diantara tanaman sayuran yang penting di seluruh dunia. *Capsicum annuum* L. merupakan spesis yang paling banyak ditanam berbanding 30 spesis yang lain dimana ianya dikomersialkan secara segar, dikeringkan atau diproses untuk bahan makanan (Lin et al., 2013).

Cili merupakan tanaman yang mempunyai batang menegak dan memiliki banyak cabang. Tanaman ini dapat mencapai ketinggian 120 cm dan lebar 90 cm (Jabatan Pertanian Daerah Manjung, 2010). Bentuk daun "*broad-ovate*" yang berwarna hijau muda ke hijau tua dan warna bunga putih keluar dari ketiak dahan yang berbentuk "*pendant*" akan menghasilkan buah berbentuk tirus (Baharuddin, 2005). Warna buah cili muda adalah hijau dan akan bertukar kepada merah apabila telah matang. Tanaman cili ini memiliki akar tunjang dan akar serabut yang terdiri dari akar utama dan akar lateral. Akar cili mampu menembus ke dalam tanah sehingga 50 cm dan lebar sehingga 45 cm (Jabatan Pertanian Daerah Manjung, 2007).

Jadual 2.4 Komposisi nutrien cili

Jenis nutrien	Kandungan/100g
Protein	2.8 g
Karbohidrat	9.5 g
Lemak	0.7 g
Fiber	0

Kalsium	15.0 mg
Fosforus	80 mg
Kalium	0
Besi	1.8 mg
Natrium	0
Beta karotena	2730.0 µg
Vitamin B1	0.2 mg
Vitamin B2	0.1 mg
Vitamin C	175 mg
Niacin	0.7 mg

(Sumber: Jabatan Pertanian Pulau Pinang)

2.3.1 Keterangan botani cili

a. Akar

Kegunaan akar adalah untuk menyerap air, mineral dan nutrien yang penting untuk tumbesaran pokok. Cili merupakan tanaman yang berakar tunjang, terdiri daripada akar utama dan akar serabut. Panjang akar pokok cili boleh mencapai 50 sm ke dalam tanah.

b. Batang

Cili mempunyai batang yang tumbuh menegak ke atas. Ianya separa berkayu, bercabang dan berwarna hijau. Batang yang tua separa berkayu dan berwarna hijau atau coklat.

c. Bunga

Kesemua spesis *Capsicum* mempunyai bunga yang sempurna terdiri daripada *sepal*, *petal*, *stamen* dan *pistil*. Warna bunga adalah putih dan berbentuk seperti bintang. Bunga cili akan muncul di celah ketiak daun.

d. Buah

Buah cili varieti 'Kulai' biasanya berbentuk panjang dan tirus. Buah cili berwarna hijau ketika belum matang dan akan bertukar kepada merah apabila sudah matang.

RUJUKAN

- Abdul Rahman M., 2011. Kesan baja NPK keatas pertumbuhan dan hasil cili (*Capsicum annum L.*) menggunakan sistem fertigasi. Disertasi Sarjana Muda Sains Pertanian. Universiti Malaysia Sabah
- Anem, M., 2012. Cili indeks kematangan. Dilayari pada 1 Mei 2017 daripada <http://animhosnan.blogspot.my/2012/08/cili-indek-kematangan.html>
- Anonymous, 2015. Academia, Pelan Pemasaran Komoditi. Dilayari pada 3 Mac 2017 daripada www.academia.com/indonesia
- Anonymous, (n.d). Bumi hijau, panduan menanam cili merah. Dilayari pada 1 Mei 2017 daripada <http://my-bumihijau.blogspot.my/p/manual-penanamancili-merah.html>
- Bhikajee M. And Gobin P., (1997).Effect of temperature on the feeding rate and growth of a red tilapia hybrid. Pp. 131-140. In: K. Fitzsimmons (ed.). Processing Of The Fourth International Symposium On Tilapia In Agriculture. Orlando, Florida, Usa.
- FAO. 2014. GLOBE FISH - Analysis and information on world fish trade. Diperolehi pada 28 November 2017 daripada <http://www.fao.org/inaction/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/336945/>
- Geekgardener, (2013). Soilless culture. Dilayari pada 1 April 2017 daripada <http://geekgardener.in/tag/soilless-culture/>
- Hagin, J. & Anat Lowengart. 1996. Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers. *Fertilizer Research* 43: 5-7, 1996.
- Hariz Amrry, 2007. Teknikal Penternakan Ikan Tilapia. Diperolehi pada 28 November 2017 daripada <https://harizamrry.com/2007/12/05/teknikal-penternakan-ikan-tilapia/>
- Howard M. Resh, 1991. Pengeluaran Tanaman Hidroponik, Edisi Ketiga. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa Dan Pustaka. Penterjemahan Raja Muhammad Raja Haron
- Hussain, F. and Abid, M., 2011. Pest and Diseases of Chili Crop in Pakistan: A review. *Int.J. Biol. Biotech.*, 8 (2): 325-332
- Iqbal, S., Inam, A., Sahay, 2015. Growth, Physiological, Yield and Quality Response in Chilli (*Capsicum annum L.*) Under Wastewater Irrigation and Different Levels of Phosphorus. *American Journal of Experimental Agriculture*. 5(1): 70-81



- Jabatan Perikanan Malaysia, 1995. Laporan tahunan: 1995/Jabatan Perikanan, Kementerian Pertanian Malaysia. Diperolehi pada 29 November 2017 daripada <http://myagric.upm.edu.my/id/eprint/4770>
- Jabatan Pertanian Malaysia, 2009. Pakej Teknologi Cili. Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Malaysia. 36 45
- Jabatan Pertanian Negeri Pulau Pinang, 2013. Diperolehi pada 4 Mei 2017 daripada <http://jpn.penang.gov.my/index.php/teknologi-tanaman-2/sayur-sayuran/74-cili-sp-2439>
- Jabatan Pertanian Daerah Manjung, 2007. Panduan Menanam Cili. www.pentanianmjpg.perak.gov.my. Dilayari pada 3 November 2017
- Jabatan Pertanian Negeri Terengganu, 2005. Maklumat Asas dalam Penanaman Secara Fertigasi. Dilayari pada 4 November 2017.
- Jobling, M. 1995. Environmental biology of fishes. Chapman and Hall, New York, 445p
- Khan, H. I. Siddique and M. Anis., Thidiazuron, 2005. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Capsicum annum*
- Lin, W. C. And Saltveit, M. 2013. Greenhouse Production. Russo, V. M. (Eds.). Peppers: Botany, Production and Uses. CAB International. 57-68
- Mahamud Shahid. 2007. Manual Teknologi Sistem Fertigasi Pengeluaran Tanaman Kawasan Tanah Rendah. MARDI
- Malaysia, J.P. (2010). Akaun pembekal dan pengguna bagi cili di Malaysia 2005-2009. Diperolehi pada 10 April 2017 daripada www.statistics.gov.my
- MARDI. 2007. Manual fertigasi. Penanaman secara fertigasi. www.mardi.gov.my. Dilayari pada 3 November 2017.
- McDougall, S., Watson, A., Stodart, B., Napier, T., Kelly, G., Troidahl, D. And Tesoriero, L. 2013. Tomato, Capsicum, Chili and Eggplant. Australian Centre for International Agriculture Research. 232
- Mohd Asraf. 2008. Panduan Asas Penanaman Cili Secara Fertigasi. abiagro.com.my. Dilayari pada 3 November 2017.
- Mohd. Yasser, S., Shahid, M., Abd. Manas, M. And Yusoff, A. K. 2012. Penanaman Cili Menggunakan Sistem Fertigasi Terbuka. Buletin Teknologi MARDI. 1: 89-96



- Nursyuhaida Ahamd Shafawi. Pengaruh Waktu Penuaian Terhadap Berat BAsah, Bilangan Buah, Saiz dan Indeks Warna Cili Varieti Kulai. Disertasi Sarjana Muda Sains. Universiti Malaysia Sabah.
- Os.E.V.T.H.G. dan Lieth, J.H., 2008. Technical Equipment in Soilless Production Systems. *Soilless Culture* **98**:157-207
- Patricia Imas. 1996. Recent technique in fertigation of horticultural crop in Israel. Paper presented at the IRI-PRII workshop on Recent trends in nutrition management in horticultural crop in 1999, Dapoli, Maharashtra, India.
- Pawar, S., Bharude, N., Deshmukh, R., Raut, A., & Umkar, A. (2011). Chillies as food, spice and medicine: a perspective. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 1(3), 311–318.
- Pinang, J.p. (2013). Kultivar Cili Komersial Malaysia. Diperolehi pada 18 April 2017 daripada www.jpn.penang.gov.my 46
- Rakocy, J. E., Micheal P. Masserdan Thomas Losordo, 2006. Recirculating aquaculture tank production system: aquaponics integrated fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 454
- Ridpest, 2012. Pest control. Aphid control and prevention. Dilayari pada 4 April 2017 daripada <http://www.gopetsamerica.com/garden/pestcontrol/alphids.aspx>
- Redaksi AgroMedia, 2008. Budi Daya Cabai Hibrida. 3rd Edition. PT Agro Media Pustaka. 57
- Sami, S.A.R., 2010. Effluent water characterization of intensive tilapia culture unit and its application in an integrated lettuce aquaponic production facility. *Fisheries and allied aquacultures*. 23-26
- Small, M. 2011. Plant Pathology. Colorado State University Extension. 331-20
- Sumarni, N. and Muharam, A., 2011. Sukses Bertanam Cabai Di Musim Hujan Dan Kemarau. 2nd Edition. Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT). 56

