

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KAJIAN KESAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN SERAT
MESOKARPA TERHADAP KUALITI BUAH CILI TER SECARA
FERTIGASI

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN

SAYA: HUR HANISAH BINTI GERMAN SESI PENGAJIAN: 2010-2014
 (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 hakmilik 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 maklumta 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:

HANISAH BINTI ISMA
 LIBRARIAN
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

HANISAH
 (TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]
 (TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap: KAMPUNG BALUNG
COCOS PETI SURAT 696,
91008 TAWAU, SABAH

(NAMA PENYELIA dan cop)

Tarikh: 24/01/2014

Tarikh: _____

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



**KESAN MEDIA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN SERAT
MESOKARPA TERHADAP KUALITI BUAH CILI SECARA FERTIGASI**

NUR HANISAH BINTI GERMAN

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM PENGELUARAN TANAMAN
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2014**



PENGAKUAN

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

Nur Hanisah


NUR HANISAH BINTI GERMAN

BR10110061

17 JANUARI 2014

DIPERAKUKAN OLEH

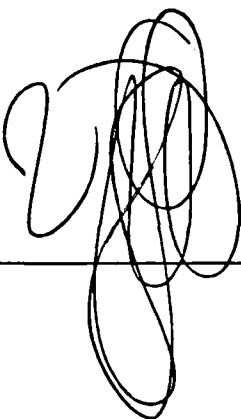
1. Puan Devina David
PENYELIA



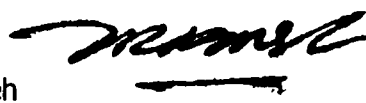
2. Puan Rosmah binti Murdad
PEMERIKSA 1



3. Dr. Jupikely James Silip
PEMERIKSA 2



4. Prof. Madya Dr. Sitti Raehanah Muhamad Shaleh
DEKAN



PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah dengan limpahan rahmat serta keizinan dariNya, saya berjaya menyiapkan Projek Penyelidikan Tahun Akhir. Walaupun terdapat pelbagai rintangan dan cabaran dalam mejayakan projek ini, namun dengan berkat kesabaran dan usaha, projek ini dapat dilaksanakan. Bantuan yang ikhlas daripada pensyarah-pensyarah dan rakan-rakan, akhirnya projek ini dapat disempurnakan dan segalanya berjalan dengan lancar.

Terlebih dahulu, jutaan terima kasih saya tujukan kepada semua tenaga pengajar dan kakitangan Sekolah Pertanian Lestari (SPL) kerana telah banyak mencurahkan ilmu dan pengalaman serta tidak pernah jemu mendidik saya sepanjang proses pembelajaran saya di sekolah ini. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya dalam projek ini iaitu Puan Devina David dan pemeriksa Puan Rosmah binti Murdad serta Dr. Jupikely James Silip yang tidak jemu-jemu mendidik serta memberi tunjuk ajar kepada saya selama ini. Bantuan dan bimbingan daripada beliau menyumbang kepada kelancaran projek ini.

Seterusnya, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya, terutamanya ayah saya, En German bin Berman dan ibu saya, Pn Rosni binti Othman kerana sentiasa memberikan sokongan moral dan kewangan kepada saya selama ini. Berkat doa mereka dan adik beradik yang lain, segala halangan dapat dilalui. Seterusnya, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan dan orang yang tersayang yang banyak membantu saya secara langsung dan tidak langsung dalam melaksanakan Projek Penyelidikan ini.

Terima Kasih

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan bagi mengkaji kesan media tandan kosong kelapa sawit dan serat mesokarpa ke atas kualiti *Capsicum annuum* Linn. Dalam kajian ini, terdapat tujuh rawatan berbeza iaitu, *coco peat* (rawatan kawalan), kisaran tandan kosong (TK) terawat, kisaran halus TK terawat, serat mesokarpa terawat, kisaran TK, kisaran halus TK dan serat mesokarpa. Sampel biojisim kelapa sawit diambil dari Kuala Lumpur Kepong (KL Kepong), Jalan Tungku Lahad Datu. Sampel dirawat dan diproses semula di Makmal Ladang, Sekolah Pertanian Lestari (SPL). Cili ditanam menggunakan teknik fertigasi dan hasil dituai selepas tiga bulan. Buah cili pada indeks 2 dan 5 dituai pada masa yang sama. Antara kualiti yang diuji ialah hasil buah cili, pH buah, keasidan titrat, kandungan pepejal larut, vitamin C, kelembapan buah dan bahan kering buah. Keputusan kajian mendapati, kisaran TK terawat menunjukkan hasil buah yang sama dengan *coco peat* pada hampir semua parameter yang diuji termasuk panjang buah, garis pusat, berat basah dan berat kering buah cili. Hal ini kerana, pH media kisaran TK terawat adalah sesuai untuk pertumbuhan pokok cili. Manakala, serat mesokarpa adalah antara media yang mencatat kualiti kimia yang tertinggi. Hal ini disebabkan oleh ciri-ciri media yang hampir sama dengan media kawalan. Ciri-ciri tersebut adalah, kebolehan mengikat air yang tinggi, kandungan EC yang optimum, saiz partikal yang kecil, pengudaraan yang baik, dan nisbah C/N yang rendah. Oleh itu, kisaran TK terawat dan serat mesokarpa berpotensi dijadikan pengganti *coco peat*. Namun, media ini dapat menghasilkan kualiti buah cili yang lebih baik sekiranya dicampur dengan media lain. Bagi kajian akan datang, kajian kandungan *Capsaicin* dan *carotenoids* perlu dilaksanakan. Selain itu, kajian biologi dan mikrobiologi juga perlu bagi melihat interaksi antara nutrien dan mikrob.

THE EFFECT OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH AND MESOCARP FIBER ON THE QUALITY OF *Capsicum annum* Linn. IN FERTIGATION SYSTEM

ABSTRACT

*This research was conducted to study the effect of media for empty fruit bunch (EFB) and mesocarp fiber on the quality of *Capsicum annum* Linn. The experiment consisted of seven treatment which are coco peat (Control), treated empty fruit bunch (EFB) shredded, treated EFB double shredded, treated mesocarp fiber, EFB shredded, EFB double shredded, and mesocarp fiber. The oil palm biomass was taken from Kuala Lumpur Kepong (KL Kepong), Jalan tungku Lahad Datu and further process and treated at Makmal Ladang, School of Sustainable Agriculture (SSA). Chillies for were cultivated under fertigation system and harvested after three months. Chillies for maturity indeks 2 and 5 were harvested at the same time. The samples were tested for plant yield, pH, titratable acidity, soluble solid content, vitamin C, fruit moisture content and dry matter of fruits. Results shows, treated EFB shredded give similar plant yield as in coco peat for parameter fruit length, fruit diameter, fruit fresh weight and dry weight. This is due to the pH of treated EFB shredded that suitable for chilli cultivation. Meanwhile, mesocarp fiber is one of the media that recorded the highest chemical quality. This is due to the characteristics of media that is similar to the control media. The characteristics are, high water holding capacity, optimal EC content, small particle size, good aeration, and low C / N ratio. Treated EFB shredded and mesocarp fiber has the potential to substitute coco peat. However, these media can produce high quality fruits if mixed with other media. A further study on Capsaicin and carotenoids content of chillies is suggested. Biology and microbiology aspects in EFB are an interesting field of study for better understanding of nutrient and microbial interaction.*

ISI KANDUNGAN

Kandungan	Muka surat
PENGAKUAN	ii
PERAKUAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xi
SENARAI FORMULA	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Justifikasi	3
1.3 Objektif	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Penanaman Tanpa Tanah	4
2.1.1 Asal usul dan sejarah	4
2.1.2 Penanaman tanpa tanah dalam pertanian	5
2.2 Fertigasi	5
2.2.1 Latar belakang sistem fertigasi	5
2.2.2 Sistem konvensional dan sistem fertigasi	6
2.2.3 Kepentingan ekonomi dan status semasa	7
2.3 <i>Capsicum sp.</i>	7
2.3.1 Keluarga, asal usul dan sejarah	7
2.3.2 Ciri-ciri fizikal	8
2.3.3 Ciri-ciri kimia	8
2.3.4 Nilai pemakanan	9
2.3.5 Kepentingan ekonomi dan status semasa	10
2.4 Bahan Buangan Kelapa Sawit	10
2.4.1 Tandan kosong (TK)	10
2.4.2 Serat mesokarpa	14
BAB 3 METODOLOGI	
3.1 Kawasan Kajian	16
3.2 Penyediaan dan Penyemaian Biji Benih	16
3.2 Pemasangan Sistem Fertigasi	17
3.4 Penyediaan Baja Fertigasi	18
3.5 Penyediaan dan Rawatan Medium Penanaman	19
3.5.1 Pra-rawatan	19
3.6 Pemindahan Anak Pokok	20
3.7 Pengurusan Tanaman	20
3.7.1 Penyiraman dan pembajaan	20
3.7.2 Kawalan rumpai	20
3.7.3 Kawalan penyakit dan serangga perosak	21



3.7.4	Penuaian buah cili	21
3.8	Rekabentuk Eksperimen	21
3.9	Cerapan dan Pengumpulan Data	21
3.9.1	Kualiti fizikal buah cili	21
3.9.2	Kualiti kimia buah cili	23
3.10	Rekabentuk Eksperimen	26
3.11	Analisis data	26
BAB 4 KEPUTUSAN		
4.1	Kesan Media Terhadap Kualiti Fizikal Buah Cili	27
4.2	Kesan Media Terhadap Kualiti Kimia Buah Cili	30
BAB 5 PERBINCANGAN		
5.1	Kesan Media terhadap Kualiti Fizikal Buah Cili	33
5.2	Kesan Media terhadap Kualiti Kimia Buah Cili	36
BAB 6 KESIMPULAN		
		38
RUJUKAN		
		40
LAMPIRAN		
		43



SENARAI JADUAL

Jadual	Muka surat
2.1 Kelebihan dan kekurangan sistem konvensional dan sistem fertigasi	6
2.2 Ciri-ciri kimia tandan kosong (TK)	12
2.3 Ciri-ciri kimia kisaran TK dan Kisaran halus TK	13
3.1 Formulasi baja fertigasi untuk pokok cili (untuk 10,000 liter air)	18
3.2 Medium penanaman dan pra-rawatan bagi fertigasi cili	19
4.1 Kesan media terhadap kualiti fizikal buah cili bagi indeks 2 dan 5	28
4.2 Kesan media terhadap kualiti kimia buah cili bagi indeks 2 dan 5	31

SENARAI RAJAH

Rajah	Muka surat
2.1 Sampel media bahan buangan daripada kilang KL kepong, Lahad Datu (a) Kisaran tandan kosong (TK); (b) Kisaran halus TK	13
3.1 Susun atur sistem fertigasi	17

SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

-	Hingga
%	Peratus
°C	Darjah Celsius
µg	Mikro gram
µL	Mikro liter
ANOVA	Analisis Varians
Ca(NO ₃) ₂	Kalsium nitrat
C/N	Karbon/Nitrogen
cm	Sentimeter
CRBD	<i>Complete Randomize Block Design</i>
DCPIP	<i>2,6-dichlorophenol-indophenol</i>
DEPI	<i>Department of Environment and Primary Industries</i>
EC	Konduktiviti elektrik
g	Gram
kJ	Kilojoule
Kg	Kilogram
L	Liter
MARDI	<i>Malaysian Agriculture Research and Development Institute</i>
mg	Miligram
ml	Mililiter
mS	MikroSimen
SPL	Sekolah Pertanian Lestari
SPSS	<i>Statistical Package for Science Social</i>
TK	Tanda kosong
TKKS	Tanda kosong kelapa sawit
UMS	Universiti Malaysia Sabah



SENARAI FORMULA

Formula		Muka surat
3.1	Min panjang buah cili (cm/buah)	22
	Min panjang buah cili (cm/buah) = $\frac{\text{Jumlah panjang buah cili per rawatan}}{\text{Bilangan replikasi}}$	
3.2	Jumlah keasidan titrat (%)	24
	Jumlah keasidan titrat (%) = $\frac{(V)(N)(100)(64 \text{ g}^*)(100)}{(w)(v)(100)}$	
3.3	Kandungan Vitamin C (mg/100g)	25
	Kandungan Vitamin C (mg/100g) = $M \times C \times V \times v$	
3.4	Kandungan Kelembapan buah (%)	25
	Kandungan Kelembapan buah (%) = $\frac{WW-DW}{DW} \times 100$	
3.5	Kandungan bahan kering (%)	25
	Kandungan bahan kering (%) = 100 - Kandungan kelembapan buah	

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Cili atau nama saintifiknya *Capsicum annum* Linn. ialah sejenis sayuran berbuah yang dipercayai berasal dari Mexico dan Amerika Selatan. Cili yang turut dikenali sebagai cabai atau lada kebanyakannya ditanam di kawasan tanah rendah dan negara beriklim tropika seperti Malaysia. Tanaman ini merupakan antara tanaman yang popular dan sering dikomersialkan bagi tujuan pasaran segar, pemprosesan makanan dan bagi tujuan perubatan (Tarigan *et al.*, 2012). Menurut statistik pengeluaran cili di Malaysia pada tahun 2003-2005, negeri-negeri di seluruh Malaysia mencatatkan kenaikan pengeluaran cili per tan dari tahun ke tahun (Jabatan Pertanian, 1997). Permintaan dan harga yang tinggi di pasaran menjadikan cili terkenal dalam sistem penanaman secara konvensional mahupun fertigasi.

Fertigasi di Malaysia sering diamalkan oleh petani atas alasan hasil pengeluaran yang cepat, mudah dan tidak memerlukan kawasan yang luas (Anonymous, 2009). Hagin *et al.* (2002) mengusulkan bahawa fertigasi adalah teknik pertanian moden yang dapat memaksimumkan hasil dan pulangan, meningkatkan efisiensi penggunaan input, dan mengurangkan impak terhadap alam sekitar. Selain itu, teknik ini dapat mengelakkan jangkitan penyakit bawaan tanah (Mahamud Shahid *et al.*, 2009).



Sungguhpun begitu, sumber bahan fertigasi seperti *coco peat* sangat sukar diperolehi ditambah dengan faktor pengeluaran yang rendah. Hal ini kerana, pengeluar utama medium penanaman di Sabah hanya terdapat di daerah Kudat sahaja. Petani pula terpaksa menanggung kos yang tinggi bagi membawa masuk sumber ini daripada Semenanjung Malaysia. Cara terbaik bagi mengatasi masalah ini adalah dengan mencari alternatif untuk menggantikan *coco peat*. Di Sarawak misalnya, kajian awal bahan buangan sagu sebagai pengganti *coco peat* dijalankan oleh Mahamud dan Manisah (2005). Dalam kajian ini, sagu dijadikan media alternatif disebabkan lambakan bahan buangan sagu di Sarawak. Walaupun begitu, hasil kajian mendapati media ini masih memerlukan pengubahsuaian bagi menggantikan *coco peat* secara keseluruhan.

Di Malaysia umumnya, kelapa sawit merupakan antara komoditi negara yang banyak menyumbang kepada perkembangan ekonomi. Walau bagaimanapun, sisa pertanian dari kelapa sawit membawa kepada isu pencemaran yang serius. Masalah ini dapat diatasi dengan cara mengguna semula bahan buangan ini. Uwumarongie-Llori *et al.* (2012) menggunakan abu tandan kosong (TK) kelapa sawit sebagai perapi tanah. Keputusan kajian mendapati, rawatan ini memberi kesan yang baik terhadap anak pokok kelapa sawit. Hal ini kerana, ciri-ciri bahan dapat meningkatkan keberkesanan penyerapan nutrien.

Kajian oleh Zulkarami *et al.* (2005) dan Mohammed *et al.* (2011) turut menyokong kelebihan tandan kosong (TK) kelapa sawit dan serat mesokarpa. Kajian Zulkarami *et al.* (2005) mendapati pertumbuhan, hasil dan kualiti kimia tembikai susu adalah lebih baik daripada habuk kelapa bagi semua parameter yang dikaji. Manakala, menurut Mohammed *et al.* (2011), serat mesokarpa menunjukkan hasil cendawan yang baik dan sesuai dijadikan medium penanaman bagi cendawan. Namun, kajian media terhadap kualiti buah cili masih kurang dilaksanakan. Oleh itu, media TK dan serat mesokarpa dipilih bagi mengkaji kesan bahan buangan ini terhadap kualiti buah cili secara fertigasi.

1.2 Justifikasi

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji potensi bahan buangan kelapa sawit sebagai medium fertigasi yang dapat menggantikan *coco peat*. Selain itu, bahan buangan kelapa sawit merupakan antara sumber yang banyak, murah dan mudah diperolehi. Ciri-ciri medium fertigasi seperti ini dapat membantu para petani mengurangkan kos perbelanjaan yang tinggi serta memudahkan mereka mendapatkan sumber medium penanaman. Melalui pendekatan ini, isu harga dan stok media serta isu pencemaran dapat dikurangkan.

1.3 Objektif

Objektif kajian ini ialah untuk mengkaji kesan kisaran tandan kosong kelapa sawit dan serat mesokarpa terhadap kualiti buah cili secara fertigasi.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Penanaman Tanpa Tanah

2.1.1 Asal Usul dan Sejarah

Penanaman tanpa tanah atau *Soilless culture* sering dikaitkan dengan sistem pertanian moden, walhal sejarah menunjukkan amalan penanaman ini telah lama dilaksanakan sejak 4,000 tahun dahulu di Mesir (Raviv and Leith, 2007). Teknologi ini diperkenalkan atas faktor keadaan dan jenis tanah yang tidak sesuai untuk pertumbuhan pokok. Pokok yang ditanam dipercayai menggunakan medium penanaman yang ringan dan diletakkan di dalam bekas (*container*) penanaman.

Kemudian penemuan baru Baker (1957) dalam dokumen yang bertajuk "*The U.C System for Producing Healthy Container-grown Plants through The Use of Clean Soil, Clean Stock, and Sanitation*", menunjukkan penanaman tanpa tanah dapat mengurangkan kejadian penyakit tanah dan meningkatkan hasil penuaian (Raviv and Leith, 2007). Dokumen ini juga telah memperkenalkan campuran medium (pasir, habuk papan, kulit kayu dan tanah gambut) yang dikenali sebagai *UC mixes*.

Perkembangan sistem ini menyebabkan pengenalan pelbagai medium penanaman termasuk medium yang menggunakan larutan (campuran air dan baja) yang dikenali sebagai sistem *Hydroponic*.



2.1.2 Penanaman Tanpa Tanah dalam Pertanian

Peningkatan taraf hidup dan populasi dunia pada masa kini, telah memberi peluang terhadap perkembangan sistem penanaman tanpa tanah. Hal ini kerana, permintaan dari segi peningkatan kualiti bahan makanan dapat diperolehi dengan mengawal keadaan persekitaran (pengairan, pembahagian baja, dan keadaan akar) bagi tujuan meningkatkan prestasi pertumbuhan pokok.

Sistem ini dipercayai dapat meningkatkan hasil pertanian, mengurangkan kos input dan penyakit bawaan tanah (Mahamud Shahid *et al.*, 2009; Raviv and Leith, 2007). Bukan itu sahaja, baja, air dan input lain dapat dikawal bagi mengelakkan pembaziran dan meningkatkan penggunaan input dengan lebih cekap (Kafkafi dan Tarchitzky, 2011). Di Malaysia, sistem tanpa tanah turut dijalankan secara meluas terutama bagi petani yang mempunyai kawasan tanah yang sedikit. Sistem penanaman tanpa tanah yang sering dijalankan di Malaysia adalah sistem fertigasi.

2.2 Fertigasi

2.2.1 Latar Belakang Sistem Fertigasi

Fertigasi berasal daripada dua perkataan iaitu "*fertilization*" dan "*irrigation*" yang bermaksud proses pembajaan dan pengairan secara serentak (Mahamud Shahid *et al.*, 2009). Umumnya, sistem fertigasi banyak digunakan untuk tanaman yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi seperti tomato, cili merah, timun, zukini, terung, rockmelon dan strawberi (Mahamud Shahid *et al.*, 2009).

Dalam sistem ini, selain daripada pembajaan dan pengairan yang cekap, medium penanaman turut memberi kepentingan yang sama. Medium tanaman yang sering digunakan ialah *coco peat* atau habuk sabut kelapa. Selain itu, *perlite*, *vermiculite*, *maidenwell diatomite*, pasir sungai, pasir lombong atau batu kerikil granit boleh dijadikan sebagai medium tanaman fertigasi (Mahamud Shahid *et al.*, 2009).

2.2.2 Sistem Konvensional dan Sistem Fertigasi

Penanaman konvensional dan fertigasi merupakan dua teknik penanaman yang berbeza dari segi adaptasi teknologi. Walau bagaimanapun, terdapat pro dan kontra bagi kedua-dua teknik ini. Jadual 2.1 menunjukkan perbandingan bagi dua sistem ini.

Jadual 2.1 Kelebihan dan kekurangan sistem konvensional dan sistem fertigasi

Faktor Perbandingan	Sistem konvensional	Sistem Fertigasi
Jenis tanaman	Semua jenis tanaman	Tanaman jenis buah
Sistem pengairan	Pelbagai	Titis dan berbaja
Medium tanaman	Tanah	<i>Coco peat</i> , pasir campuran <i>coco peat</i> dengan sekam bakar, <i>perlite</i> , <i>peat moss</i> , dan <i>vermiculite</i>
Modal	Rendah	Tinggi
Kesuburan tanah	Tanah yang subur	Tidak menjadi syarat
Kos operasi	Tinggi kos input	Rendah
Risiko		
<ul style="list-style-type: none"> • Serangan serangga perosak • Penyakit • kekeringan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tinggi • Tinggi pada musim hujan • Rendah (akar pokok boleh mendapat air dari tanah atau air hujan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendah • Rendah • Sederhana (putus bekalan, lalai atau berlaku kebocoran pada sistem pengairan)
Tenaga buruh	Sentiasa tinggi	Bermusim <ul style="list-style-type: none"> • Tinggi terutama pada waktu menanam dan mengutip hasil • Boleh dikontrakkan
Potensi hasil		
<ul style="list-style-type: none"> • Setiap pokok • Setahun 	<ul style="list-style-type: none"> • Sederhana • pusingan tanaman setahun terhad kerana proses penyediaan semula tanah • rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih tinggi
Kualiti hasil	Tidak menentu	Tinggi
Kesan alam sekitar	Pencemaran	Mesra alam

Sumber: Mahamud Shahid *et al.*, 2009

2.2.3 Kepentingan Ekonomi dan Status Semasa

Di Malaysia, fertigasi mencatatkan peningkatan yang pesat dari semasa ke semasa. Hal ini kerana, sistem ini dapat meningkatkan pendapatan dan ekonomi petani. Berdasarkan laporan daripada keratan akhbar Utusan Malaysia (2010), pulangan petani bagi sistem ini mencecah sehingga RM4,000 ke RM5,000 sebulan bagi penanaman cili.

Selain itu, usaha kerajaan dengan sokongan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) telah mengambil langkah proaktif dalam memberi latihan dan pengetahuan berkaitan sistem fertigasi. Usahasama ini dilaksanakan bagi menggalakan perniagaan dan pertumbuhan ekonomi dalam sektor pertanian. Insentif bagi keperluan teknologi turut disediakan bagi membuka peluang meluas dalam perkembangan teknologi pertanian (MARDI, 2012).

2.3 *Capsicum sp.*

2.3.1 Keluarga, Asal Usul dan Sejarah

Cili atau nama saintifiknya *Capsicum annum* L. merupakan dari keluarga terung, *Solanceae*. Menurut Eshbaugh (2012), genus *Capsicum* mempunyai sebanyak 36 spesies dan hanya empat spesies sahaja yang dipasarkan, antaranya ialah *C. annum* var. *annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens* dan *C. baccatum* var. *pendulum*. Pengelasan ini adalah berdasarkan kehadiran bahan kimia *capsicin* dan bentuk fizikal (*campanulate corollas*) buah cili.

Pada awal penemuan, cili terdapat di beberapa kawasan di Amerika Latin, bermula di Bolivia sebelum 7,000 tahun sebelum Masihi (Tarigan *et al.*, 2012). Tanaman ini kemudian tersebar di Asia termasuklah di Malaysia. Sebelum tersebar nya penggunaan cili di Malaysia, tanaman rempah seperti lada (*Piper nigrum* L.), halia (*Zingiber officinalis* Rosc.), lada hitam (*Piper retrofractum* Vahl.) dan buah pelaga (*Amomum cardamomum* Willd.) menjadi bahan penganti bagi mendapatkan rasa pedas dalam masakan.

2.3.2 Ciri-ciri Fizikal

Ciri-ciri fizikal buah cili berbeza bergantung kepada bentuk, size, jenis dan warna. Perbezaan ini dijadikan kayu ukur bagi mengenalpasti spesies, kultivar, keadaan penanaman dan kematangan buah (Bosland dan Votava, 2012). Di Malaysia, cili jenis kacukan sering digunakan dalam sistem fertigasi. Hal ini kerana, buah kacukan mempunyai ketahanan pada penyakit, hasil yang tinggi, dan rasa yang pedas menjadi kesukaan pengguna (Jabatan Pertanian Malaysia, 1997). Jenis-jenis cili kacukan yang terdapat dipasaran dirumuskan dalam Lampiran A mengikut ciri-ciri fizikal dan negara pengeluar cili.

Berdasarkan Lampiran A, setiap kacukan mempunyai ciri fizikal yang berbeza. Bagi cili kacukan 568 F1, negara pengeluar biji benih ini adalah syarikat biji benih Tai Lung, Taiwan. Ciri-ciri kacukan adalah dengan ketinggian pokok 70-80 cm, panjang buah 14-15 cm dan waktu menuai 80-85 hari selepas penanaman. Cili jenis ini menjadi pilihan petani tempatan disebabkan hasil pengeluaran yang tinggi serta kualiti fizikal yang baik (Anamousy, 2009)

2.3.3 Ciri-ciri Kimia

Buah cili terkenal dengan kepedasan rasa disebabkan kehadiran bahan kimia *capsaicin*, ($C_{18}H_{27}NO_3$) (Jabatan Pertanian Malaysia, 1997). Selain itu, bahan kimia seperti *carotenoids*, *flavonoids*, *phenols*, Vitamin A dan C, air, karbohidrat, asid amino, lemak dan elemen mikro juga merupakan komponen yang terdapat di dalam buah cili (Russo, 2012; Bosland dan Votava, 2012). Bahan kimia ini dapat menentukan kandungan kualiti dari segi rasa, tekstur, kepedasan, dan nilai nutrisi buah (Bosland dan Votava, 2012).

a. Kandungan Air

Air merupakan kandungan utama bagi buah cili. Walau bagaimanapun, kandungan air dipercayai berbeza mengikut usia dan jenis buah yang dituai (Bosland dan Votava, 2012). Buah cili yang hijau mencatat kandungan air yang tinggi iaitu sehingga 90 %, manakala buah yang matang hanya 70 % sahaja (Bosland dan Votava, 2012). Kandungan air turut mempengaruhi berat basah yang terdapat pada buah cili.

b. Kandungan Vitamin C

Buah cili merupakan tanaman yang kaya dengan kandungan Vitamin C (asid askorbik). Menurut Bosland dan Votava (2012), buah cili mengandungi enam kali ganda nilai Vitamin C berbanding buah oren. Selain itu, buah cili hijau dan merah memberi nilai Vitamin C yang tinggi dan mampu memenuhi tahap nutrisi orang dewasa. Nilai Vitamin C boleh mencecah 340 mg/100g bagi buah cili yang segar (Bosland dan Votava, 2012).

Vitamin C juga dipercayai mempunyai tahap kandungan Vitamin yang berbeza mengikut kultivar, kematangan, amalan bertanam, iklim, pengendalian lepas tuai, dan kaedah analisis (Mozafar, 1994). Hal ini disokong dengan keputusan kandungan asid askorbik yang dicatat pada 46-243 mg/100g berat segar, dan meningkat pada tahap matang (Bosland dan Votava, 2012).

c. Karbohidrat

Kandungan gula pada cili merupakan antara komponen asas bagi karbohidrat. Selain itu, pentosan dan serat merupakan kandungan bahan yang terdapat dalam karbohidrat. Cili dipercayai mengandungi kira-kira 90-98 % gula pada buah cili merah (Bosland dan Votava, 2012). Fakta yang sama dicadangkan Wall dan Biles (1993). Selain itu, kira-kira 20% berat kering bagi tisu perikarpa terdiri daripada kandungan sellulosa dan serat.

2.3.4 Nilai pemakanan

Kini, tanaman cili mula mendapat sambutan dengan ciri buah yang pedas dan sering digunakan dalam industri makanan seperti pembuatan sos cili, pasta dan serbuk cili sebagai rempah makanan segera. Selain itu, cili juga mengandungi banyak kandungan zat pemakanan seperti protin, karbohidrat, vitamin C, dan Vitamin A (Lampiran B).

Bukan itu sahaja, kandungan bahan kimia cili bermanfaat sebagai ejen anti kanser, melegakan kesakitan dan mampu menghalang penyakit jantung dengan melancarkan peredaran darah (Tarigan *et al.*, 2012).

2.3.5 Kepentingan Ekonomi dan Status Semasa

Cili merupakan antara komoditi penting di Malaysia dengan pengeluaran mencecah 25,000 tan setahun bagi tahun 2003-2005 (Jabatan Pertanian Malaysia, 1997). Manakala dalam tempoh yang sama, Sabah mencatatkan pengeluaran yang banyak bagi kawasan timur Malaysia. Peningkatan pengeluaran ini disebabkan oleh permintaan yang tinggi dan faktor pengambil cili sebagai diet utama dalam masakan (Tarigan *et al.*, 2012). Oleh itu, penanaman berorientasikan teknologi (fertigasi) mula dilaksanakan oleh ramai petani.

Selaras dengan perkembangan teknologi hibrid dan pembiakbakaan, hasil pengeluaran dan kualiti dapat dimaksimakan bagi tujuan peningkatan ekonomi. Jesteru, Mahamud Shahid *et al.* (2009) telah mengeluarkan ringkasan unjuran aliran tunai bagi pengambilan teknologi ini (fertigasi dan hibrid). Unjuran yang dikeluarkan mendapati pendapatan bersih petani boleh mencecah sehingga RM400,000 dalam jangka masa 3 tahun (Lampiran C).

2.4 Bahan Buangan Kelapa Sawit

2.4.1 Tandan Kosong (TK)

a. Latar Belakang dan Isu Semasa

Kelapa sawit merupakan antara industri pertanian terbesar di Malaysia dan juga mencatat hasil pengeluaran biojisim yang banyak. Pada tahun 2011 sahaja, negara telah menghasilkan 36.75% minyak daripada 48.99 juta metrik tan pengeluaran global dalam tempoh setahun (Geng, 2013). Nisbah pengeluaran minyak sawit dan biojisim sawit adalah sebanyak 1:4 kg. 1/3 daripada jumlah biojisim terdiri daripada tandan kosong (TK) dan selebihnya adalah batang dan pelepah kelapa sawit (Husin *et al.*, 2002; Wahid *et al.*, 2004; Yusoff, 2006).

b. Kegunaan dan Kelebihan

Bagi mengurangkan lambakan TK, kajian terdahulu mencadangkan beberapa kegunaan dan kelebihan yang terdapat pada bahan ini. TK digunakan bagi tujuan penghasilan bahan api dandang kilang dan loji penjanakuasa (Ludin *et al.*, 2004; Geng, 2013). Selain itu, TK juga digunakan sebagai baja organik, dana papan gentian dan pembuatan kertas, serta sebagai makanan haiwan (Utusan Malaysia, 2001; Norul izani *et al.*, 2011; Geng, 2013). Walau bagaimanapun, masih kurang yang mengaplikasi TK sebagai medium penanaman dalam sistem fertigasi.

c. Kajian Media

Kajian terdahulu oleh Arenas *et al.* (2002) mencadangkan penggunaan sebut kelapa bagi menggantikan *coco peat*. Sabut kelapa dipercayai mempunyai saiz partikel yang sama dengan *coco peat* tetapi jumlah ruang pori dan kapasiti mengikat air lebih tinggi dalam sabut kelapa. Ciri ini menjadikan sabut kelapa sesuai dijadikan bahan ganti *coco peat* dalam medium penanaman tanpa tanah. Oleh itu, dalam kajian ini, TK akan dibahagikan kepada dua saiz partikel yang berbeza iaitu kisaran TK (*Single shredded*) dan kisaran halus TK (*Double shredded*).

Selain itu, Asiah *et al.* (2004) pernah mengkaji perbezaan ciri-ciri fizikal dan kimia *coco peat* dan TK terhadap pertumbuhan dan hasil bunga kubis. Keputusan kajian menunjukkan ciri-ciri TK tidak sesuai dijadikan media penanaman. Ciri-ciri seperti tinggi nilai pH, ruang rongga yang besar, saiz partikal yang besar, dan kebolehan menyerap air yang rendah merupakan kelemahan media ini. Selain itu, hasil bunga kubis juga lebih rendah pada TK berbanding *coco peat*.

Zulkarami *et al.* (2005) turut mengkaji kesan penggunaan media (*coco peat* dan TK) dan EC yang berbeza terhadap pertumbuhan, hasil dan kualiti tembikai susu (*rock melon*). Hasil kajian menunjukkan pertumbuhan, hasil dan kualiti yang baik pada tembikai susu bagi media TK. Parameter seperti berat kering akar dan batang pokok, kandungan pepejal larut, tinggi pokok dan keluasan daun adalah antara parameter yang menunjukkan kesan yang baik pada media TK.

RUJUKAN

- Amal Nafissa, M., T., Fathie, A., Z., Wan Nur Fauzan, M., F., Noorhalieza, A. dan Onn, H. 2008. The Usage of Empty Fruit Bunch (EFB) and Palm Pressed Fibre (PPF) As Substrates for the Cultivation of *Pleurotus Ostreatus*. *Jurnal Teknologi*, **49(F)**: 189–196
- Anonymous. 2009. Pertanian dan Fertigasi. Romatech Agro. <http://romatechagro.blogspot.com/2009/05/kaedah-dan-panduan-semaian-biji-benih.html>. Akses 8 Jun 2013. Disahkan pada 19 September 2013
- Antoniali, S., Leal, P. A. M., De Magalhaes, A. M., Fuziki, R. T. dan Sanches, J. 2007. Physico-Chemical Characterization of 'Zarco HS' Yellow Bell Pepper for Different Ripeness Stages. *Science Agriculture (Piracicaba, Brazil)* **64(1)**: 19-22
- Arenas, M., Vavrina, C. S., Cornell, J. A., Hanlon, E. A. dan Hochmuth, G. J. 2002. Coir as an Alternative to Peat in Media for Tomato Transplant Production. *Horticulture Science* **37(2)**: 309-312
- Argo, W., R. 1998. Root Medium Chemical Properties. *Horticulture Technology* **8(4)**: 486-494
- Asiah, A., Mohd. Razi, I., Mohd. Khanif, Y., Marziah, M. dan Shaharuddin, M. 2004. Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust and Oil Palm Empty Fruit Bunch and the Growth of Hybrid Heat Tolerant Cauliflower Plant. *Pertanika Journal Tropical Agriculture Science* **27(2)**: 121 - 133
- Ayuso, M. C., Bernalte, M. J., Lozano, M., Garcia, M. I., Montero de Espinosa, V., Perez, M. M. dan Hernandez, T. 2008. Quality Characteristics of Different Red pepper Cultivars (*Capsicum annuum* L.) for Hot Paprika Production. *European Food Research Technology* **227(1)**: 557-563
- Baharuddin, A. S, Nor Aini, A. R., Umi Kalsom, M. S., Mohd Ali, H., Wakisaka, M. dan Shirai, Y. 2011. Evaluation of Pressed Shredded Empty Fruit bunch (EFB)-Palm Oil Mill Effluent (POME) Anaerobic Sludge Based Compost Using Fourier Transform Infrared (FTIR) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Analysis. *African Journal of Biotechnology* **10(41)**: 8082-8089
- Baker, K. F. 1957. The U.C. System for Producing Healthy Container-Grown Plants through The Use of Clean Soil, Clean Stock, and Sanitation. California: University of California
- Belakbir, A., Ruiz, J. M. dan Romero, L. 1998. Yield and Fruit Quality of Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Response to Bioregulators. *Horticulture Science* **33(1)**: 85-87
- Ben-Chaim, A. dan Paran, I. 2000. Genetic Analysis of Quality Traits in Pepper (*Capsicum annuum*). *Journal American Society Horticulture Science* **125(1)**: 66-70
- Bosland, P. W. dan Votava, E. J. 2012. Peppers: Vegetable and Spices *Capsicums* (edisi ke-2). *Crop Production Science in Horticulture Series*. Cambridge: CAB International
- Cheng, J., Shen, H., Yang, X., Yuan, L., Sun, Z. dan Sun, X. 2008. Changes in Biochemical Characteristics Related to Firmness during Fruit Development of Pepper (*Capsicum annuum* L.). *European Journal Horticulture Science* **73(4)**: 155-161
- Choo, Y. M., Yap, S. C., Ooi, C. K., Ma, A. N., Goh, S. H. dan Ong, A. S. H. 1996. Recovered Oil from Palm-Pressed Fiber: A Good Source of Natural Carotenoids, Vitamin E, and Sterols. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **73(5)**: 599-602

- DEPI. 1995. Potatoes: Factors Affecting Dry Matter. DEPI. <http://www.depi.vic.gov.au/agricultureandfood/horticulture/vegetables/potatoes/potatoes-factors-affecting-dry-matter>. Akses 19 Januari 2014. Disahkan pada 19 Januari 2014
- Eshbaugh, W. H. 2012. The Taxonomy of The Genus Capsicum. Dalam Russo, V. M. (Edisi). *Peppers: Botany, Production and Uses*. Cambridge: CAB International
- Fatma, G. dan Ertan, Y. 2013. Effect of Different Growing Media on Quality, Growth and Yield of Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Under Greenhouse Conditions. *Pakistan Journal of Botany* **45(5)**: 1605-1608
- Geng, A. 2013. Conversion of Oil Palm Empty Fruit Bunch to Biofuels. <http://dx.doi.org/10.5772/53043>. Akses pada 18 Jun 2013. Disahkan pada 10 Disember 2013
- Haifa. 2014. Nutritional Recommendations for Pepper in Open-Field, Tunnels and Greenhouse. Mexico: Haifa Chemical Mexico
- Harrigton, J. 2014. Nutrient Requirements of Pepper Plants. <http://homeguides.sfgate.com/nutrient-requirements-pepperplants64028.html>. Akses 16 Januari 2014. Disahkan pada 16 Januari 2014
- Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI). 2012. Senarai kursus 2012. <http://www.mardi.gov.my/documents/10138/98944ce5-3974-4995-932c-fbdc1f544418>
- Jabatan Pertanian. 1997. Pakej Teknologi Cili. Putrajaya: Jabatan Pertanian Malaysia
- Jansasithorn, R. 2012. Managing Chilli (*Capsicum spp.*) Quality Attributes: The Importance of Pre-Harvest and Postharvest Factors.
- Le Strange, M. dan Cantwell, M. 2010. The Effect of Nitrogen Fertilization on Yield and Quality of Bell Peppers. California Pepper Commission: Annual Report for 2009
- Ludin, N. A., Bakri, M. A. M., Hashim, M., Sawilla, B., Menon, N. R. dan Mokhtar, H. 2004. Palm Oil Biomass for Electricity Generation in Malaysia. *Jurnal Jurutera* **1(1)**: 16-20
- Mahamud dan Manisah. 2005. Prelimery studies on Sago Waste as Growing Medium for Tomato. *Persatuan Antarabangsa bagi Sains Hortikultur* **24(7)**: 2657-2671
- Mahamud, S., Jamaludin, S., Mohamad Roff, M. N., Ab. Halim, A. H., Mohamad, A. M. dan Suwardi, A. A. 2009. Manual Teknologi Fertigasi Penanaman Cili, Rockmelon dan Tomato. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI)
- Mohamad Zamri, S. 2012. Fertigation of Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.) in a Soil-less Greenhouse System: Effects of Fertiliser Formulation and Irrigation Frequency. <https://theses.nd.ac.uk/dspace/bitstream/10443/1543/1/Haji%20S%20abli%202012.pdf>. Akses 19 Januari 2014. Disahkan pada 19 Januari 2014
- Mohammed, S., Mohd Razman, S. dan Muhamad Ali, M. Y. 2011. Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus spp.*) on Palm Oil Mesocarp Fibre. *African Journal of Biotechnology* **10(71)**: 15973-15976
- Mozafar, A. 1994. Plant Vitamins: Agronomic, Physiological and Nutritional Aspects. Boca Raton: CRD Press
- Neoh, B. K., Thang, Y. M., Zain, M. Z. M. dan Junaidi, A. 2011. Palm Pressed Fiber Oil: A New Opportunity for Premium Hardstock. *International Food Research Journal* **18(1)**: 769-773
- Norul izani, M. A., Paridah, M. T., Mohd Nor, M. Y. dan Anwar, U. M. K. 2011. A Comparison of Different Treatment to Remove Residual Oil in Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) for MDF Performance. *18th International Conference on Composite Materials* **1(1)**: 1-4

- Orlowski, M., Grzeszczuk, M. dan Jadczyk, D. 2009. The Estimation of The Yield and Content of Some Chemical Compounds in The Fruits of Chosen Hot Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Cultivars. *Folia Horticulturae* **16(2)**: 11-16
- Pengnoo, A. Leowarin, W., Koedsub, N. dan Kanjanamaneesathian, M. 2002. Nitrogen Mineralization in Soil Amended with Mesocarp fiber of Oil Palm. *Songklanakarin Journal Science Technology* **24(1)**: 1-8
- Perez, M. M., Hernandez, M. T. dan Somogyi, N. 2008. Quality Characteristics of Different Red pepper Cultivars (*Capsicum annum* L.) for Hot paprika Production (*Jurnal dalam Bahasa Ingeris*). *European Food Research Technology* **227**: 557-563
- Raviv, M. J. dan Leith, H. 2007. Soilless Culture: Theory and Practice. San Diego: Elsevier
- Russo, V. M. 2012. Pappers: Botany, Production and Uses. Cambridge: CAB International
- Sher, H., Al-Yemeni, M. dan Khan, K. 2011. Cultivation of The Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* Jacq. p. Kumm.) in Two Different Agro-ecological Zones of Pakistan. *African Journal Biotechnology* **10(2)**: 183-188
- Sreekala, M. S., Kumaran, M. G. dan Thomas, S. 1997. Oil Palm Fibers: Morphology, Chemical Composition, Surface Modification, and Mechanical Properties. *Journal Application Polymer Science* **66(5)**: 821-835
- Tarigan, S., Wahyu, W. dan Muhammad, S. 2012. Penanaman Cili Secara Intensif. Kuala Lumpur: Synergy Media
- Uwumarongie-Ilori, E. G., Sulaiman-Ilobu, B. B., Ederion, O., Imogie, A., Imoisi B. O., Garuba, N. dan Ugbah, M. 2012. Vegetative Growth Performance of Oil Palm (*Elaeis guinesis*) Seedlings in Response to Inorganic and Organic Fertilizers. *Greener Journal of Agriculture Sciences* **2(2)**: 26-30
- Wahid, M. B., Abdullah, S. N. A. dan Henson, I. E. 2004. Oil Palm Achievement and Potential: New Direction for A Diverse Planet.
- Wall, M. M dan Biles, C. L. 1993. Alternaria Fruit Rot of Ripening Chile Peppers. *Phytophology* **83(1)**: 324-328
- Yahya, A., Anieza Shazmi, S., Rosli, M., dan Ahmad, S. 2009. Chemical and Physical Characteristics of Cocopeat-Based Media Mixtures and Their Effects on the Growth and Development of *Celosia cristata*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* **4 (1)**: 63-71
- Yusoff, S. 2006. Renewable Energy from Palm Oil Innovation on Effective Utilization of Waste. *Journal of Cleaner Production* **14(1)**: 87-93
- Zulkarami, Ashrafuzzaman dan Mohd Razi. 2010. Morpho-physiological Growth, Yield and Quality of Rock Melon as Affected by Growing Media and Electrical Conductivity. *Jurnal Sains dan Teknologi* **8(1)**: 249-252