

**KESAN PENGERINGAN AIR BERPERINGKAT TERHADAP  
KADAR PERELAIAN PADI TQR8**

**SITI NURLINA BINTI NORDIN**

**CADANGAN INI DIKEMUKAKAN SEBAGAI MEMENUHI  
SEBAHAGIAN SYARAT PENGANUGERAHAN IJAZAH  
SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM HORTIKULTUR DAN LANSKAP  
FAKULTI PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2016**



## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: KESAN PENGERINGAN AIR BERPERINGKAT TERHADAP KADAR PERELAIAN PADI TOR8

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN HG35 HORTIKULTUR DAN LANSKAP

SAYA: SITI NURLINA BINTI NORDIN SESI PENGAJIAN: 2012-2016  
(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 BINTI ISMAIL

LIBRARIAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

*Siti Nurlina*

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 843, KG BANGGA,  
JLN PANTAI CAHAYA BULAN,  
15350 KOTA BOMARU  
KELANTAN

TARIKH: 11/01/2016

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: 11/01/16

## 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 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 lain.



---

SITI NURLINA BINTI NORDIN

BR12110128

11 Januari 2016

## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang..

Terlebih dahulu, bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan rahmat dan limpah kurniaNya dapat juga akhirnya saya menyiapkan projek tahun akhir ini dengan jayanya. Meskipun banyak cabaran dan dugaan saya tempuhi sepanjang menyiapkan tugas yang telah diamanahkan ini, namun atas kerjasama semua pihak akhirnya tugas ini dapat dilaksanakan dalam masa yang telah ditetapkan.

Pertama sekali, ucapan penghargaan ditujukan kepada penyelia saya, Dr Jupikely James untuk perbincangan yang berharga dan membantu berhubung dengan projek ini. Sekalung ucapan terima kasih yang tidak terhingga juga buat pembantu penyelia saya, Prof Madya Datuk Hj. Mohd. Dandan @ Ame Bin Hj Alidin yang telah banyak memberikan tunjuk ajar dan mencurahkan idea dalam proses menyiapkan kajian ini. Saya ingin mengucapkan terima kasih Dr. James dan Prof Madya Datuk Hj. Mohd. Dandan untuk panduan seluruh projek dan membawa saya ke dalam dunia padi dan teknologi lepas tuai. Tidak lupa juga kepada semua tenaga pengajar dan kakitangan Fakulti Pertanian Lestari yang turut membantu secara tidak langsung dalam menjayakan projek ini.

Ucapan jutaan terima kasih juga ditujukan kepada penjaga saya, Azlan bin Ali dan Nik Rahmah binti Nik Mohammad serta adik-beradik di atas semangat dan dorongan yang telah diberikan. Begitu juga dengan rakan-rakan saya iaitu Siti Aisyah Mahyudin, Syazwan A. Halim, Nur Hafizah Roslan dan Siti Nor Lisdah yang turut membantu dan menyumbangkan tenaga yang tidak terhingga sehingga saya berjaya menyiapkan projek ini dengan jayanya.

Akhir sekali, saya ingin merakamkan penghargaan dan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung.

## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan di Fakulti Pertanian Lestari, Universiti Malaysia Sabah, Kampus Sandakan untuk membandingkan tahap perelaian padi varieti TQR8 mengikut rawatan pengeringan berperingkat yang berbeza. Kajian ini telah dimulakan pada 30 Jun 2015 sehingga 23 November 2015. Kajian ini dilakukan adalah untuk menentukan rawatan pengairan berselang yang paling optimum bagi varieti TQR8 untuk mendapatkan hasil tuaian berkualiti dengan bijian relai terendah. Bahan penanaman iaitu biji benih padi yang diperolehi dari Fakulti Pertanian Lestari telah ditanam semula ke dalam pasu penanaman pada hari ke 20 selepas disemai. Terdapat enam rawatan pengairan iaitu pengairan berterusan setiap hari (T1), pengairan berselang setiap 1 hari (T2), pengairan berselang setiap 2 hari (T3), pengairan berselang setiap 3 hari (T4), pengairan berselang setiap 4 hari (T5) dan pengairan berselang setiap 5 hari (T6) dengan setiap rawatan mempunyai empat replikasi. Pemerhatian dan pengambilan data untuk ketinggian pokok dilakukan setiap minggu bermula pada minggu mengubah manakala hasil padi ditentukan setelah pokok padi dituai. Bagi tanaman padi, parameter vegetatif yang diukur ialah ketinggian pokok dan bilangan anakan padi, manakala untuk komponen hasil padi, parameter seperti kandungan lembapan basah bijian padi, ukuran panjang dan lebar bijian padi, kekuatan kepecahan tegangan bijian padi dan berat 1000 butir padi diukur. Kajian ini dianalisis menggunakan Reka Bentuk Rawak Lengkap (CRD). Data yang diperolehi dianalisis menggunakan ANOVA. Keputusan untuk pertumbuhan vegetatif menunjukkan T2 mempunyai ketinggian pokok padi yang tertinggi iaitu 107.93sm dan bilangan anakan padi tertinggi iaitu 86.75. Keputusan untuk hasil padi menunjukkan T1 mempunyai kandungan lembapan basah tertinggi iaitu 32.91%. Bagi ukuran dimensi bijian, T2 mencatatkan panjang dan lebar tertinggi iaitu 9.98mm dan 2.57mm. Kekuatan kepecahan tegangan pedikel padi menunjukkan bahawa rawatan T6 adalah yang tertinggi iaitu 54.64N. Manakala bagi berat 1000 butir padi, T2 menunjukkan bacaan tertinggi iaitu 30.39g. Oleh itu, pengairan berselang yang terbaik ke atas padi TQR8 adalah T2 kerana menghasilkan ketinggian pokok, bilangan anakan, ukuran panjang dan lebar bijian dan berat 1000 butir padi yang tinggi. Kadar perelaian adalah rendah bagi rawatan T6 kerana mempunyai kadar kelembapan yang rendah serta kekuatan kepecahan tegangan yang tinggi diikuti oleh T5, T4, T3, T2, dan T1.

# **COMPARING DEGREE OF SPIKELETS SHATTERING BETWEEN SHORT TERM RICE VARIETIES VERSUS TRADISIONAL VARIETIES**

## **ABSTRACT**

*This research was conducted at Faculty of Sustainable Agriculture, Universiti Malaysia Sabah, Sandakan campus to compare the degree of spikelets shattering of TQR8 variety at different irrigation treatments. This research was conducted to determine an optimum intermittent irrigation treatment to achieve the highest quality of harvesting yield with the lowest spikelets shattering. The paddy planting material obtained from Faculty of Sustainable Agriculture was transplanted into the pots at 20 days after sowing (20 DAS). There were five intermittent irrigation treatments which were continuous irrigation every day (T1), intermittent irrigation every 1 day (T2), intermittent irrigation every 2 days (T3), intermittent irrigation every 3 days (T4), intermittent irrigation every 4 days (T5) and intermittent irrigation every 5 days (T6), each treatment with four replications. Observation and data collection on the plant height was taken every week starting from the transplanting week, whereas the yield was determined after harvest. For paddy plant, vegetative parameters being measured were plant height and number of tillers. For yield component parameters, the moisture content, average grain length and breadth, breaking tensile strength of rice grain and weight of 1000 grains were taken. The experimental design that was used is Completely Randomized Design (CRD). The data analysis were analyzed using ANOVA. Results for vegetative growth show T2 has the highest paddy plant height which was 107.93cm and the most tillers number which was 86.75. Results for paddy yield show T1 has the highest moisture content which was 32.91%. For grain dimension, T2 show the highest reading of length and width which were 9.98mm and 2.57mm respectively. Break tensile strength show that T6 treatment is the highest which was 54.64N. While for 1000 grain weight, T2 show the highest reading which was 30.39g. Therefore, the best intermittent irrigation was T2 because produced the highest plant height, number of tillers, length and width and 1000 grain weight. Shattering degree was low at T6 treatment because it has the lowest grain moisture content and highest break tensile strength followed by T5, T4, T3, T2, and T1.*

## ISI KANDUNGAN

<b>KANDUNGAN</b>	<b>Muka surat</b>
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xii
SENARAI FORMULA	xiii
<b>BAB 1 PENGENALAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Justifikasi	3
1.3 Objektif	3
1.4 Hipotesis	4
	5
<b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1 Tanaman Padi	5
2.1.1 Morfologi Padi	6
2.2.2 Taksonomi Tanaman Padi	9
2.2.3 Pertumbuhan dan Fasa Pertumbuhan Padi	9
2.1.4 Pengeluaran Padi di Malaysia	10
2.1.5 Nilai Pemakanan Beras	11
2.2 Pengairan Berselang	13
2.3 Gejala Kekurangan Unsur Air Ke Atas Padi	14



2.4 Padi relai	14
2.4.1 Lapisan absis	15
2.5 Kerugian Lepas Tuai	16
	17
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	
3.1 Lokasi kajian	17
3.2 Masa kajian	17
3.3 Bahan	17
3.4 Kaedah	18
3.4.1 Pembersihan Rumah Lindungan Hujan	18
3.4.2 Penyediaan Tanah	18
3.4.3 Penyediaan Benih	19
3.4.4 Penyediaan Pasu	19
3.4.5 Menanam Semula	20
3.4.6 Pengairan	20
3.4.7 Penuaian	20
3.5 Reka Bentuk Eksperimen dan Rawatan	20
3.6 Parameter	21
3.6.1 Mungukur Ketinggian Pokok	22
3.6.2 Mengira Bilangan Anakan Padi	22
3.6.3 Mengukur Kandungan Lembapan	23
3.6.4 Mengukur Panjang dan Lebar Bijian Padi	23
3.6.5 Mengukur Kepecahan Kekuatan Tegangan Bijian Padi	24
3.6.6 Mengukur Berat 1000 Butir	24
3.7 Analisis Statistik	24



<b>BAB 4 KEPUTUSAN</b>	25
4.1 Kesan Pengeringan Air Berperingkat Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Padi TQR8	25
4.1.1 Tinggi Pokok (sm)	26
4.1.2 Bilangan Anakan Padi	28
4.2 Kesan Pengairan Berselang Berbeza Terhadap Hasil Tanaman Padi	30
4.2.1 Kandungan Lembapan Basah (%)	31
4.2.2 Ukuran Panjang Bijian Padi (mm)	32
4.2.3 Ukuran Lebar Bijian Padi (mm)	33
4.2.4 Kekuatan Kepecahan Tegangan Bijian Padi (N)	34
4.2.5 Berat 1000 Butir Padi (g)	35
	36
<b>BAB 5 PERBINCANGAN</b>	
5.1 Kesan Kadar Pengeringan Berperingkat Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Pokok Padi	35
5.1.1 Tinggi Pokok (sm)	35
5.1.2 Bilangan Anakan Padi	36
5.2 Kesan Pengairan Berselang Berbeza Terhadap Hasil Tanaman Padi	37
5.2.1 Kandungan Lembapan Basah (%)	37
5.2.2 Purata Panjang dan Lebar Bijian Padi (mm)	38
5.2.3 Kekuatan Kepecahan Tegangan Bijian Padi (N)	38
5.2.4 Berat 1000 Butir Padi	39
	40
<b>BAB 6 KESIMPULAN</b>	
<b>Rujukan</b>	41
<b>Lampiran</b>	47

## SENARAI JADUAL

<b>Jadual</b>		<b>Muka surat</b>
4.1	Min pertumbuhan vegetatif pokok padi TQR8	25
4.2	Min hasil tanaman padi pokok padi TQR8	30

## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>		<b>Muka surat</b>
4.1	Graf garisan aliran ketinggian pokok padi variety TQR8 daripada mula ditanam sehingga dituai hasil.	26
4.2	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min tinggi pokok padi pada minggu 14	27
4.3	Graf garisan aliran bilangan anakan padi variety TQR8 daripada minggu kesepuluh sehingga minggu ke-14	28
4.4	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min bilangan anakan pokok padi pada minggu 14	29
4.5	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min kandungan lembapan basah	31
4.6	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min ukuran panjang bijian padi	32
4.7	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min ukuran lebar bijian padi	33
4.8	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min kekuatan kepecahan tegangan	34
4.9	Kesan kadar pengairan yang berbeza bagi min berat butir 1000 padi	35

## SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

ANOVA	Analisis varians
CRD	Rekabentuk rawak lengkap
DAS	Hari selepas menyemai
db	Lembapan kering
FPL	Fakulti Pertanian Lestari
g	Gram
ha	Hektar
HSS	Hari sebelum semai
HST	Hari selepas tanam
IRRI	International Rice Research Institute
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
KJ	Kilojoules
MC	Kandungan kelembapan
Mf	Berat akhir
mg	Miligram
Mi	Berat awal
mm	Milimeter
MP	Megapascal
MT	Tan metrik
N	Newton
°C	Darjah selsius
SAS	Statistical Analysis System
sm	Sentimeter
t	Tan
UMS	Universiti Malaysia Sabah
wb	Lembapan kering
%	Peratusan
µg	Mikrogram

## SENARAI FORMULA

### Formula

$$MCwb = \frac{mi-mf}{mi} \times 100$$

$$MCdb = \frac{mi-mf}{mf} \times 100$$

MCwb = Kandungan lembapan basah [%]

MCdb = Kandungan lembapan kering [%]

mi = Berat awal

mf = Berat akhir

### Muka surat

23

# BAB 1

## Pengenalan

### 1.1 Latar Belakang

Padi atau nama saintifiknya *Oryza sativa* adalah sejenis tanaman dari keluarga Poaceae yang hidup dalam genangan air untuk satu tempoh yang tertentu. Berdasarkan taksonomi tanaman, padi tergolong dalam genus *Oryza* dan keluarga Poaceae (Integrated Taxonomic Information System, 2015). Di antara beberapa genus *Oryza* yang ada, *Oryza sativa* merupakan spesies padi yang sering didomestikkan selain daripada *Oryza glaberrima* dan juga 24 spesies *Oryza* yang lain. Beras yang menjadi produk terakhir bagi tanaman padi merupakan makanan ruji yang paling penting di Asia, menyediakan secara purata 32% daripada pengambilan jumlah kalori (Maclean *et al.*, 2002). Disebabkan oleh penduduk yang masih berkembang, permintaan padi dijangka terus meningkat dalam dekad yang akan datang (Pingali *et al.*, 1997). Menurut Fatimah *et al.*, (2011), jumlah penggunaan beras di Malaysia telah meningkat dari 2.7 tan metrik pada tahun 1985 kepada 4 juta tan metrik pada tahun 2009 disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk.

Pada dasarnya, tujuan bagi mana-mana sistem penuaian tanaman adalah untuk mendapatkan hasil tanaman matang dengan sebanyak mungkin dari ladang. Perelaian boleh mengakibatkan percampuran varieti yang tidak dijangka yang disebabkan oleh percambahan biji benih yang relai di sawah padi dan ini membuatkan kualiti padi merosot (Ji *et al.*, 2006).

Kestabilan pengeluaran hasil tanaman padi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dianggarkan bahawa lebih daripada 200 juta metrik tan padi terjejas setiap tahun ekoran daripada faktor persekitaran serangan penyakit dan juga serangga perosak (Chen dan Murata, 2002). Musim kemarau merupakan salah satu faktor biotik yang menjadi masalah utama bagi hampir 50% daripada kawasan pengeluaran padi di dunia.



Tekanan yang diakibatkan oleh kemarau pada sawah padi berlaku apabila kandungan air di dalam tanah berada di bawah takat tepu (Bouman dan Tuong, 2000). Keadaan ini mungkin berlaku pada peringkat pertumbuhan padi yang berbeza serta mengikut perubahan padi yang berbeza serta mengikut perubahan tempoh dan keamaan yang akan memberi kesan kepada pertumbuhan dan hasil padi. Wopereis *et al.* (1996) melaporkan bahawa pertumbuhan tanaman padi terbantut apabila mengalami tekanan kekurangan air dalam kedua-dua fasa vegetatif dan reproduktif.

Terdapat kajian yang membuktikan bahawa air boleh menjadi faktor penghad kepada pertumbuhan tanaman padi khususnya padi sawah. Menurut Yoshida (1981), penerimaan taburan hujan yang terlalu sedikit ataupun terlalu banyak semasa peringkat pertumbuhan padi tertentu, ia boleh menyebabkan kegagalan hampir sebahagian atau keseluruhan tanaman tersebut akibat tekanan air yang dialami.

Pengairan dengan jumlah air yang banyak secara kekal atau berterusan boleh meningkatkan kehilangan serapan (Walker, 1999), yang mana akan meningkatkan permintaan air (Stone, 2005; Watanabe *et al.*, 2006; Watanabe, 2007). Disamping mengekalkan tahap hasil yang tinggi berbanding pengairan berterusan (Belder *et al.*, 2004), pengairan berselang membolehkan penjimatan air dilakukan (Borrell *et al.*, 1997; Stone, 2005). Kecekapan pengairan yang lebih baik ini dibantu oleh penggunaan air hujan yang lebih baik (Borrell *et al.*, 1997; Toescher *et al.*, 1997) dan mengurangkan kerugian akibat kebocoran (Stone, 2005; Watanabe *et al.*, 2006, Watanabe, 2007) dan serapan melalui profil tanah (Borrell *et al.*, 1997; Tuong dan Bhuiyan, 1999; Tabbal *et al.*, 2002; Stone, 2005; Tuong *et al.*, 2005). Oleh itu, pengurusan pengairan tanaman padi boleh menjadi kaedah penting dalam penjimatan air pengairan.

Justeru, kajian terhadap tahap perelaian butiran padi akan digunakan untuk mempertingkatkan kualiti padi serta mengurangkan peratusan kehilangan lepas tuai bagi penggunaan varieti TQR8. Kesan pengairan padi yang berterusan dan berselang terhadap kadar perelaian butiran padi dinilai di dalam kajian ini. Disamping dapat membantu para petani meningkatkan pendapatan dalam pengusahaan padi, penyelidikan turut dijalankan untuk menentukan kaedah pengairan berselang yang terbaik bagi mengelakkan kerugian akibat daripada kehilangan lepas tuai.

## 1.2 Justifikasi

Industri pengeluaran padi negara amat memerlukan pendekatan yang lebih tersusun dan berkesan untuk pengeluaran padi secara lestari. Disamping bergantung pada penggunaan teknologi yang wajar dan terkini, ketepatan pelaksanaan aktiviti juga sangat penting dalam usaha meningkatkan hasil padi. Hal ini termasuklah pemilihan kaedah pengairan yang tepat dalam sistem penanaman padi. Malangnya, pengurusan ladang ini tidak menjadi keutamaan bagi sebilangan petani menyebabkan penghasilan padi mereka terjejas.

Ketersediaan air untuk pertanian, khususnya untuk pengeluaran padi yang memerlukan lebih banyak air berbanding tanaman lain, diancam di kebanyakan rantau di dunia bukan sahaja disebabkan oleh keterbatasan sumber air tetapi juga oleh peningkatan dalam permintaan di bandar dan perindustrian. Oleh itu, pengairan berselang mampu mengatasi masalah kekurangan air ini selain memberikan kesan yang baik kepada pertumbuhan dan hasil padi.

Satu kajian yang dijalankan di China menunjukkan bahawa jumlah kerugian lepas tuai antara 8-26 peratus. Pengairan berselang dengan itu boleh memastikan keselamatan makanan dengan mengurangkan kadar perelaian.

Maka, kajian ini sememangnya relevan untuk dijalankan bagi membantu para petani mengeksplotasi kelebihan penggunaan pengairan berselang berbanding pengairan berterusan yang telah digunakan sejak berkurun lama oleh petani.

## 1.3 Objektif Kajian

- i. Membandingkan tahap perelaian butiran tangkai padi varieti TQR8 bagi setiap rawatan pengairan berselang.
- ii. Menentukan rawatan pengairan berselang yang paling optimum bagi varieti TQR8.



#### **1.4 Hipotesis**

$H_0$ : Tiada terdapat perbezaan bererti antara kesan pengairan berselang terhadap tahap perelaian butiran tangkai padi varieti TQR8.

$H_1$ : Terdapat perbezaan bererti antara kesan pengairan berselang terhadap tahap perelaian butiran tangkai padi varieti TQR8.

## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Tanaman Padi

Padi adalah tanaman bijirin yang terpenting sebagai sumber makanan bagi majoriti penduduk dunia. Berdasarkan purata dari tahun 1989 hingga 1991, 27% daripada hasil pengeluaran bijirin di dunia terdiri daripada padi, iaitu merupakan jumlah kedua tertinggi selepas gandum dan diikuti oleh tanaman jagung. Padi dikategorikan sebagai tanaman tahunan yang biasanya ditanam sama ada di sawah ataupun di bukit oleh masyarakat tempatan, mengikut adaptasi kedalaman air dan kawasan penempatan mereka. Kebanyakan padi (*O. sativa*) biasanya ditanam di kawasan sawah di sepanjang tempoh pembesarannya, secara spesifiknya di persekitaran di mana pokok padi tersebut dapat beradaptasi dengan baik kerana terdapatnya ruang udara intersellular yang besar pada daun dan akarnya (Langer dan Hill, 1991).

Menurut Chang (1985), padi tropika atau indica telah ditanam di China Selatan sekurang-kurangnya 7000 tahun yang lalu, kemudian tersebar ke Jepun dan negara-negara Asia yang lain. Padi ditanam di Eropah dari abad ke-8 hingga abad ke-9 di Sepanyol dan Portugal, dan dari abad ke-9 hingga abad ke-10 di selatan Itali. Kini ia ditanam hampir di semua tempat di dunia (rujuk Jadual 2, Lampiran D).

Pada amnya, padi akan dituai dalam masa 120 hingga 130 hari selepas menanam. Panduan kepada usaha-usaha meningkatkan produktiviti padi seluruh Negeri Perak ke arah hasil 7 tan/hektar adalah menuai apabila tangkai mengandungi lebih daripada 85% biji padi masak. Biji padi yang disimpan hendaklah dikeringkan sehingga kelembapan 14% (Jabatan Pertanian Daerah Manjung, 2012).



Sistem lepas tuai bagi padi memerlukan perhatian yang penuh kerana padi menghasilkan beras yang merupakan makanan ruji utama di dunia dan kebanyakannya dihasilkan di negara-negara membangun di mana pelaksanaan teknologi tuaian adalah penting untuk mengelakkan kerugian beras makanan. Ia telah dianggarkan bahawa kerugian padi selepas menuai boleh menjadi setinggi 16 peratus.

Satu kajian yang dijalankan di China menunjukkan bahawa jumlah kerugian lepas tuai antara 8-26 peratus, dengan penyimpanan dan pengeringan merupakan operasi yang paling kritikal (Yong *et al.*, 1990).

### **2.1.1 Morfologi Padi**

Tanaman padi boleh dibahagikan kepada empat bahagian iaitu akar, batang dan daun, organ reproduktif dan bijian (Michael, 1998).

#### **a. Akar**

Sebagai bahagian bawah tanah untuk tumbuhan, akar berfungsi sebagai sokongan, menyerap nutrient dan air dari tanah, dan tempat menyimpan makanan. Akar embrio, ataupun akar yang tumbuh daripada biji benih apabila ia bercambah, mempunyai beberapa cabang. Mereka hidup untuk satu jangka masa yang singkat selepas percambahan. Akar adventitus sekunder (iaitu akar yang tumbuh secara tidak teratur) muncul dari buku bawah tanah kulma muda dan menggantikan akar embrio. Walaupun terdapat beberapa akar adventitus yang tumbuh lurus ke bawah tanah dengan sedalam lebih daripada 15 inci, kebanyakannya beralih keluar dari tanah yang berair ke lapisan tanah cetek yang teroksida berhampiran permukaan tanah untuk membentuk lapisan akar yang lebar dan padat (Michael, 1998)

#### **b. Batang dan daun**

##### **i. Batang**

Menurut Michael (1998), peranan batang (atau kulma) adalah untuk menyokong daun dan struktur pembiakan, serta untuk memindahkan nutrient penting antara akar, daun, dan struktur pembiakan. Batang terdiri daripada buku/buku dan ruas yang berselang seli.

Buku (menghubungkan dua bahagian batang) menanggung daun dan putik yang mana, jika ia berada pada buku yang paling bawah, boleh tumbuh menjadi sulur, atau pucuk. Ruas yang matang adalah berongga dan beralur halus. Permukaan luarnya adalah tidak berbulu.

Ia berbeza dari segi panjang, secara amnya semakin meningkat kepanjangan dari ruas yang lebih rendah kepada ruas paling atas. Ruas bawah di pangkal batang adalah pendek dan tebal. Ruas mempunyai keupayaan untuk memanjang dalam air yang dalam untuk memastikan bahagian tumbuhan di atas air menjalankan fotosintesis.

## ii. Daun

Fungsi daun adalah sebagai organ-organ utama fotosintesis dan respirasi (daun mengandungi sel-sel yang mengandungi klorofil yang menukarkan cahaya matahari kepada tenaga kimia dan mensintesis sebatian bahan api organik daripada sebatian bukan organik). Daun terletak pada sudut pada batang dalam dua barisan – satu pada setiap buku. Bilah, atau bahagian daun yang dipanjangkan, bercantum pada buku melalui sarung daun. Pada kedua-dua belah pangkal bilah terdapat sepasang appendage yang kecil dan berbetuk seperti telinga yang dikenali sebagai aurikel. Tepat di atas aurikel adalah struktur segi tiga yang berbetuk seperti tisu yang dipanggil ligule. Tanaman padi mempunyai kedua-dua aurikel serta ligule dan ligule pada setiap ruas; ciri ini sering membantu dalam membezakan antara padi dan rumpai, yang mempunyai aurikel atau ligule tetapi tidak kedua-duanya (Michael, 1998).

## c. Organ reproduktif

### i. Tangkai

Seperti yang ditulis oleh Micheal (1998) di dalam bukunya yang berjudul Rice Production di bab satu, tangkai atau bunga kelompok, mempunyai organ-organ pembiakan tanaman padi. Pada buku/nod yang paling atas pada batang, tangkai terbahagi kepada cabang utama, sekunder, dan kadang-kadang cabang tertiary yang mengandungi spikelet.

Cabang boleh wujud secara tunggal atau secara berpasangan. Tangkai akan berdiri tegak apabila mekar, tetapi ia biasanya menunduk apabila spikelet semakin berisi, matang dan berkembang menjadi bijian. Varieti berbeza mempunyai panjang, bentuk, dan sudut cabang utama, dan juga berat keseluruhan tangkai yang berbeza.

## ii. Spikelet

Setiap individu spikelet mengandungi satu set bahagian-bahagian bunga yang diapit oleh lema dan palea. Bunga ini terdiri daripada enam stamen dan satu pistil. Stamen yang mengandungi debunga, atau "sperma" terdiri daripada dua sel anther yang ditanggung pada filamen. Pistil terdiri daripada ovari yang mengandungi ovul, atau "telur", style, dan stigma. Semasa pembiakan, stigma menangkap debunga daripada stamen dan mengalirkan ia turun ke ovari, di mana ia akan bersentuhan dengan ovul dan persenyawaan berlaku (Michael, 1998).

## d. Bijian

Michael (1998) menjelaskan di dalam bukunya lagi, bijian adalah biji benih untuk tanaman padi, ovul yang disenyawakan dan matang yang mengandungi embrio hidup yang mampu bercambah untuk menghasilkan tumbuhan baru. Ia terdiri daripada ovari matang, lema dan palea, rachilla, lema yang steril, dan awn (tidak selalu wujud). Lema dan palea rta struktur yang berkaitan membentuk sekam padi. Embrio terletak di bahagian depan spikelet bersebelahan dengan lema dan mengandungi akar embrio. Bahagian lain bijian terdiri daripada endosperma yang besar (bahagian yang boleh dimakan), mengandungi kanji, protein, gula, lemak, serat mentah, dan bahan bukan organik.

### 2.1.2 Taksonomi Tanaman Padi

Berdasarkan taksonomi tanaman, padi tergolong dalam kingdom Plantae, divisi Tracheophyta, subdivisi Spermatophytina, kelas Magnoliopsida, order Poales, famili Poaceae, genus *Oryza* L, dan spesies *Oryza sativa* L (ITIS, 2015).

### 2.1.3 Pertumbuhan dan Fasa Pertumbuhan Padi

Tempoh pertumbuhan tanaman padi dari biji benih hingga ke tanaman yang matang adalah 3-6 bulan, bergantung kepada varieti padi dan persekitaran di mana ia ditanam. Mereka menjalani tiga fasa pertumbuhan umum: vegetatif, reproduktif dan matang (rujuk Rajah 1, Lampiran D) (Global Rice Science Partnership, 2013).

#### a. Fasa vegetatif/ tampang (Hari 1 - 60)

Fasa vegetatif atau fasa tampang merupakan tempoh tanaman padi berkembang bermula dari biji benih (jika ditanam secara tabur terus) atau anak benih (jika ditanam secara mengubah) sehingga ke peringkat sulur (beranak). Dalam tempoh ini, anak benih akan mula menapak pada tanah dengan membentuk akar dan daun.

Fasa vegetatif disifatkan oleh sulur aktif, peningkatan dalam ketinggian tumbuhan dan pembentukan daun pada jangka masa yang tetap. Sulur aktif mengeluarkan tangkai dipanggil sulur produktif manakala yang tidak mempunyai tangkai dipanggil sulur tidak produktif. Bilangan sulur yang tidak produktif adalah sifat yang dikaji dengan teliti dalam pembiakan tumbuhan kerana ia tidak diingini. Walau bagaimanapun, pembentukan sulur banyak dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti keadaan tanah, cuaca, pengairan dan amalan agronomi. Batang mula memanjang di peringkat akhir sulur dan berhenti tumbuh sebelum pembentukan tangkai kira-kira 52 hari selepas menyemai, yang juga menandakan berakhirnya fasa vegetatif (Global Rice Science Partnership, 2013).

## b. Fasa reproduktif (Hari 60 - 90)

Fasa pertumbuhan pembiakan (reproduktif) dikarakteristikkan oleh pemanjangan stem (yang meningkatkan ketinggian tumbuhan), penurunan dalam bilangan *sulur*, kemunculan daun terakhir, peringkat padi bunting, (terbit) dan peringkat spikelet berbunga.

Pembentukan tangkai ialah peringkat kira-kira 20 - 25 hari sebelum terbit (biasanya berlaku pada hari ke 50 - 55 selepas tanam) dan boleh diperiksa dengan memotong sedikit stem batang untuk melihat perkembangannya. Peringkat spikelet berbunga bermula dengan padi terbit dan biasanya padi memerlukan 10 hingga 14 hari untuk terbit sepenuhnya. Secara agronominya, padi terbit diistilahkan apabila 50% tangkai telah keluar dari stem. Pembungaan bermula sehari selepas terbit telah selesai. Apabila bunga terbuka, mereka akan menyebarkan debunga mereka di antara satu sama lain supaya pendebungaan boleh berlaku. Pembungaan akan berterusan selama 7 hari (Global Rice Science Partnership, 2013).

## c. Fasa matang/masak (Hari 90 - 110~120)

Peringkat matang ialah peringkat spikelet (biji padi) mengisi dan matang yang dibahagikan kepada beberapa fasa; peringkat susu, peringkat mengeras dan peringkat masak (menguning). Istilah ini adalah berdasarkan tekstur dan warna bijian yang membesar (Global Rice Science Partnership, 2013).

### 2.1.4 Pengeluaran Padi di Malaysia

Padi merupakan tanaman yang ketiga luas ditanam di Malaysia selepas kelapa sawit dan getah. Pada tahun 2011, seluas 687,516 hektar tanah ditanam dengan padi, termasuk padi yang ditanam dua kali setahun (rujuk Jadual 4, Lampiran D) (Jabatan Pertanian Malaysia, 2012). Setelah beberapa tahun, amalan pengeluaran padi di Malaysia semakin berubah; dari menanam semula sepenuhnya secara manual menggunakan tenaga haiwan bagi penyediaan tanah kepada tabur terus dan menanam semula secara mekanikal dengan 100 peratus penyediaan tanah dan penuaian menggunakan jentera (Othman, 2008).

Malaysia beriklim tropika mempunyai kawasan yang kebanyakannya sesuai untuk penanaman padi. Sebahagian besar daripada padi di Malaysia adalah padi sawah dan padi bukit adalah sangat sedikit pengeluarannya dan kebanyakannya ditanam di Sarawak dan Sabah (Othman, 2008). Padi sawah merujuk kepada padi yang ditanam di sawah padi yang bertakung air semasa peringkat pertumbuhannya (Jabatan Pertanian Malaysia, 2012). Padi huma ialah padi yang ditanam di kawasan kering sama ada di tanah tinggi atau tanah rendah dan bergantung kepada air hujan sahaja untuk keperluan bekalan airnya (Jabatan Pertanian Malaysia, 2012).

Hampir keseluruhannya, pengeluaran padi adalah diusahakan oleh pekebun kecil. Pada 2009, dari sejumlah 296,000 petani padi yang wujud di Malaysia, sebanyak 138,000 (47%) daripada mereka berada di lapan jelapang padi yang mengusahakan sebanyak 200,000 hektar tanah (Othman, 2008). Jelapang Padi ialah skim pengairan yang besar (keluasan melebihi 4,000 hektar) dan diiktiraf oleh Kerajaan dalam Dasar Pertanian Negara sebagai kawasan utama pengeluaran padi. Antara 8 jelapang padi di Malaysia termasuklah MADA, KADA, IADA KSM, IADA BLS, IADA P. Pinang, IADA Seberang Perak, IADA KETARA dan IADA Kemasin Semerak (Jabatan Pertanian Malaysia, 2012).

Pada tahun 2009, penghasilan beras dalam negara iaitu 1.53 juta tan tidak mampu menampung keperluan beras yang mencapai 2.19 juta tan. Oleh itu, sebanyak 0.66 juta tan beras telah diimport dari negara luar bagi menampung ketidakcukupan ini (rujuk jadual 3, Lampiran D). MARDI juga mengeluarkan panduan untuk menguruskan kualiti hasil padi mengikut sasaran 10 tan yang diinginkan (rujuk jadual 4, Lampiran D). Pengamalan teknologi yang disyorkan dan penuaian pada tepat masanya memberikan kualiti hasil padi yang tinggi.

### **2.1.5 Nilai Pemakanan Beras**

Produk dari beras boleh dihasilkan daripada padi, beras perang, beras kisar, tepung dan juga kanji. Padi lazimnya digunakan untuk penyediaan bertih dan digunakan sebagai bijirin sarapan. Padi juga digunakan untuk penyediaan beras rebus di mana proses penyediaannya melibatkan perendaman padi di dalam air panas, proses merebus, pengeringan dan pengilangan padi. Dedak beras juga boleh digunakan dalam pelbagai pembangunan produk berfungsi sebagai makanan. Dari aspek pemakanan, beras mempunyai kandungan lemak yang rendah (rujuk Jadual 1, Lampiran D).



## RUJUKAN

- Alizadeh, M. R., Minaei, S., Tavakoli, T., Khoshtaghaza, M. H. 2006. Effect of De-awning on Physical Properties of Paddy. *Pakistan Journal of Biological Sciences* **9**: 1726-1731
- Bajaj, Y. P. S. 1991. Biotechnology in Rice Improvement. Ludhiana, India: Springer Berlin Heidelberg
- Belder, P., Bouman, B. A. M., Cabangon, R., Guoan, L., Quilang, E. J. P., dan Yuanhua, L. 2004. Effect of Water-saving Irrigation on Rice Yield and Water Use in Typical Lowland Conditions in Asia. *Journal of Agricultural Water Management* **65** (3): 193-210
- Bhuiyan, S. I., Sattar, M. A. dan Khan, M. A. K. 1995. Improving Water Use Efficiency in Rice Through Wet Seeding. *Journal of Irrigation Science* **16**: 1-8
- Borrell, A., Garside, A., dan Fukai, S. 1997. Improving Efficiency of Water Use for Irrigated Rice in a Semi-arid Tropical Environment. *Journal of Field Crops Research* **52** (3): 231-248
- Bouman, B. A. M., dan Tuong, T. P. 2001. Field Water Management to Save Water and Increase its Productivity in Irrigated Lowland Rice. *Journal of Agricultural Water Management* **49** (1): 11-30
- Bouman, B. A. M. dan Tuong, T. P. 2000. Field Water Management to Save Water and Increase its Productivity in Irrigated Lowland Rice. IRRI, Philippines
- Brown, K. W., Turner, F. T., Thomas, J. C., Deuel, L. E. dan Keener, M. E. 1978. Water Balance of Flooded Rice Paddies. *Journal of Agricultural Water Management* **1**: 277-291
- Castillo, E. G., Buresh, R. J. dan Ingram, K. T. 1992 Lowland Rice Yield as Affected by Timing of Water Deficit and Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal* **84**: 152-159
- Chang, T. T. 1985. Crop History and Genetic Conservation. *Journal of Research*. **59** (4): 425-455
- Chen, T. H. H. dan Murata, N. 2002. Enhancement of Tolerance of Abiotic Stress by Metabolis Engineering of Betaines and Other Compatible Solutes. Elsevier Science Ltd.
- Dabney, S. M., dan Hoff, B. J. 1989. Influence of Water Management on Growth and Yield of no-till Planted Rice. *Journal of Crop Science* **29**: 746-752

- De-Padua, D. 1999. Rice Post-harvest Handling in Asia. Dilayani dari [www.ftc.agnet.org/library/article](http://www.ftc.agnet.org/library/article).
- Enevoldsen, B.S., dan Juliano, B.O. 2007. Ratio of A Chains to B Chains in Rice Amylopectins. *Journal of Cereal Chemistry* **65**: 424-427
- Fatimah, M. A., Emmy, F. A., Kusairi, M., dan Muhammad, T. 2011. Food Security: Self Sufficient of Rice in Malaysia. *International Journal of Management Student* **18(2)**: 83-100
- Food Standards Agency and Institute of Food Research. 2002. Rice: Nutritional Profile and GI Implications. The Rice Association. Dilayani dari [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiM0de635rKAhUWco4KHbmkB6wQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.riceassociation.org.uk%2Fdownload%2F11%2FNutritional%2520Benefits%2520of%2520Rice.pdf&usq=AFQjCNHcm8ZOLPjq\\_3cbjuQoM9ZAIxiKog](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiM0de635rKAhUWco4KHbmkB6wQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.riceassociation.org.uk%2Fdownload%2F11%2FNutritional%2520Benefits%2520of%2520Rice.pdf&usq=AFQjCNHcm8ZOLPjq_3cbjuQoM9ZAIxiKog). Diakses pada 28 April 2015
- Global Rice Science Partnership. 2013. Growth Phases. Dilayani dari <http://ricepedia.org/rice-as-a-plant/growth-phases>. Diakses pada 28 April 2015
- Hidema, J., Makino, A., Mae, T. dan Ojima, K. 1991. Photosynthetic Characteristics of Rice Leaves Aged under Different Irradiances from Full Expansion Through Senescence. *Journal of Plant Physiology* **97**: 1287-1293
- Hirasawa, T., Iida, Y. dan Ishihara, K. 1988. Effect of Leaf Water Potential and Air Humidity on Photosynthetic Rate and Diffusive Conductance in Rice Plants. *Japanese Journal of Crop Science* **57**: 112-118
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2015. *Oryza Sativa L.: Taxonomic Hierarchy*. Dilayani dari [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=41976](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=41976). Diakses pada 28 April 2015.
- Jabatan Pertanian Daerah Manjung. 2009. Ke Arah Meningkatkan Hasil Padi 7 Tan Sehektar. Dilayani dari [http://pertanianmjg.perak.gov.my/bahasa/tingkat\\_hasil\\_padi.htm](http://pertanianmjg.perak.gov.my/bahasa/tingkat_hasil_padi.htm). Diakses pada 7 April 2015.

- Jabatan Pertanian Malaysia. 2012. Keluasan Bertanam dan Pengeluaran Padi Malaysia Mengikut Negeri, 2007 – 2011. Dilayari dari <http://www.JabatanPertanian.gov.my/data-perangkaan-tanaman1>. Diakses pada 7 April 2015
- Ji, H. S., Chu, S. H., Jiang, W., Cho, Y. I., dan Hahn, J. H. 2006. Characterization and Mapping of a Shattering Mutant in Rice that Corresponds to a Block of Domestication Genes. *Journal of Genetics* **173**: 995–1005
- Ji, H. S., Chu, S. H., Jiang, W., Cho, Y. I., Hahn, J. H., Eun, M. Y., dan Koh, H. J. (2006). Characterization and Mapping of a Shattering Mutant in Rice That Corresponds to a Block of Domestication Genes. *Journal of Genetics* **173** (2): 995–1005
- Jin, I. D. 1986. On The Formation and Development of Abscission Layer in Rice Plants, *Oryza sativa* L. *Japanese Journal of Crop Science* **55**: 451–457
- Jin, I. D., and Inouye, J. 1982. Relationship Between Grain Shedding and Abscission Layer in Pedicel of Japonica-indica Hybrid Rices in Korea. *Japanese Journal of Breeding* **51**: 43–50
- Jodo, S. 1995. Water Use Efficiency. In Science of the Rice Plant. 2. Physiology. Dalam T. Matsuo, K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara dan H. Hirata (Eds.), Food and Agriculture Policy (pp. 461–474). Research Center: Tokyo.
- Kobayashi, A. 1990. Varietal Adaptability for Mechanized Rice Cultivation: Direct Seeding Adaptability, Shattering Habit, Smoothness etc. *Japanese Journal of Agricultural Science* **45**: 186–189
- Langer, R. H. M., dan Hill, G. D. 1991. Agricultural Plants. 2nd edition. Cambridge University Press.
- Maclean, J. L., Dawe, D. C., Hardy, B., Hettel, G. P. 2002. Rice Almanac, third ed. IRRI, Los Baños, Philippines, p. 253
- MARDI (Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia). 2009. Latar Belakang Industri Beras Negara (2009). Dilayari dari [http://habinovasi.mampu.gov.my/laporan\\_inovasi/76-padi-varieti-baru.pdf](http://habinovasi.mampu.gov.my/laporan_inovasi/76-padi-varieti-baru.pdf)
- Matsushima, S. 1976. High-Yielding Rice Cultivation. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. p. 367
- McCauley, G. N. 1990. Sprinkler vs. Flood Irrigation in Traditional Rice Production Regions of Southeast Texas. *Journal of Agronomics* **82**: 677–683

- Michael, L. M. 1998. Chapter 1 - Rice morphology. *Rice Production*. The New Zealand Digital Library, The University of Walkato, New Zealand. Dilayari dari [www.nzdl.org](http://www.nzdl.org). Diakses pada 28 April 2015
- Mubangizi, A. 2011. Intermittent Irrigation: Grow Rice More Efficiently. Dilayari dari [http://www.newvision.co.ug/new\\_vision/news/1003782/intermittent-irrigation-grow-rice-effeciently](http://www.newvision.co.ug/new_vision/news/1003782/intermittent-irrigation-grow-rice-effeciently)
- O'Toole, J. C. dan Baldia, E. P. 1982. Water Deficits and Mineral Uptake in Rice. *Journal of Crop Science* **22**: 1144–1150
- Osborne, D. J, 1989. Abscission. *Critical Reviews in Plant Sciences* **8**: 103–129
- Othman, O. 2008. Rice Production and Potential for Hybrid Rice in Malaysia. *Rice and Industrial Crop Research Centre*. MARDI Seberang Perai.
- Patterson, S. E. 2001. Cutting Loose: Abscission and Dehiscence in Arabidopsis. *Journal of Plant Physiology* **26**: 494–500
- Perez, S., dan Imberty, A. 1996. Structural features of starch. *Carbohydrates in Europe* **15**: 17-21
- Pingali, P. L., Hossain, M., Gerpacio, R. V. 1997. Asian Rice Market: Demand and Supply Prospects, Asian Rice Bowls: The Returning Crisis? *CAB International, Wallingford, UK, and International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines*, pp. 126–144
- Rezaei, M., Nahvi, M. 2007. Effect of Different Irrigation Management in Clay Soils on Water Efficiency and Some Features of Local Rice Cultivars at Guilan. *Journal of Agricultural Sciences Research* **9**: 15-25
- Roberts, J. A., Elliott, K. A. dan Gonzalez-Carranza, Z. H. 2002. Abscission, Dehiscence, and Other Cell Separation Processes. *Annual Review of Plant Biology*. **53**: 131–158
- Rosniyana, A. 2013. Kualiti Beras Untuk Pembangunan Produk Berasaskan Beras. MARDI Bukit Raya, Pendang, Kedah.
- Saito, K. dan Shimada, H. 1984. A case study on Irrigation Water Requirement in University Farm. *Tokyo University of Agriculture and Technology* **11**: 31–40
- Sanches, P. A. 1973. Puddling Tropical Rice Soils. Part 2: effects of water loss. *Journal of Soil Science* **115**: 303-308
- Singh, P. dan Pandey, J. K. 1972. Tillering Potentially and Yield of Rice Varieties under Different Levels of Soil Moisture and Nitrogen. *Riso* **21**: 201-207

- Stone, L. F. 2005. Water Use Efficiency in Rice Crop. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brazil.
- Tabbal, D. F., Bouman, B. A. M., Bhuiyan, S. I., Sibayan, E. B., dan Sattar, M. A. 2002. On farm Strategies for Reducing Water Input in Irrigated Rice: Case Studies in the Philippines. *Journal of Agriculture Water Management* **56**: 93–112
- Tajima, K. 1995. Occurrence and Mechanism of Drought Damage. *In Science of the Rice Plant. 2. Physiology*. Dalam Matsuo, T. Kumazawa, K. Ishii, R. Ishihara, K. dan H. Hirata (Eds.), Food and Agriculture Policy (pp. 838–849). Research Center: Tokyo.
- Toescher, C. F., Righes, A. A., Carlesso, R. 1997. Volume of Water Used and Rice Crop Yield under Different Irrigations Methods. *Veterinária e Agronomia* **4** (1): 75–79
- Tuong, T. P., Bouman, B. A. M., Mortimer, M. 2005. More Rice, Less Water-integrated Approaches for Increasing Water Productivity in Irrigated Rice-based Systems in Asia. *Journal of Plant Production Science* **8**(3): 231–241
- Tuong, T. P., Bhuiyan, S. I., 1999. Increasing Water-use Efficiency in Rice Production: Farm-level Perspectives. *Journal of Agricultural Water Management* **40**(1): 117–122
- Wada, E., Baba, I. dan Furuya, T. 1945. Studies on the Method for Preventing Rice Plants from Drought Injuries. 2. Differences in The Degree of Drought Damage among the Growth Stages. *Journal of Agriculture and Horticulture* **20**: 131–132
- Wahid, S., Rosniyana, A. 2013. Permasalahan Kehilangan Lepas Tuai Padi Dan Keperluan Teknologi Untuk Mengatasinya. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian, Malaysia.
- Wahid, S., Rosniyana, A. 2013. Permasalahan Kehilangan Lepas Tuai Padi dan Keperluan Teknologi untuk Mengatasinya. MARDI Tanjung Karang dan MARDI Bukit Raya Pendang.
- Walker, S. H. 1999. Causes of High Water Losses from Irrigated Rice Fields: Field Measurements and Results from Analogue and Digital Models. *Journal of Agricultural Water Management* **40**(1): 123–127
- Watanabe, H. 2007. Effect of Water Management Practice on Pesticide Behavior in Paddy Water. *Journal of Agricultural Water Management* **88**(1–3): 132–140
- Watanabe, H., Kakegawa, Y., dan Vu, S. H. 2006. Evaluation of the Management Practice for Controlling Herbicide Runoff from Paddy ffields using Intermittent and Spillover Irrigation Schemes. *Journal of Paddy and Water Environment* **4**(1): 21–28

- Westcott, M. P. dan Vines, K. W. 1986. A Comparison of Sprinkler and Flood Irrigation for Rice. *Journal of Agronomics* **78**: 637–640
- Wopereis, M. C. S., Kropff, M. J., Maligaya, A. R., dan Tuong, T. P. 1996. Drought-stress Responses of Two Lowland Rice Cultivars to Soil Water Status. *Journal of Field Crops Research* **46**: 21–39
- Yong, R. C., Zhang, Z. G., Yang, W. S. 1990. Loss Assessments and Factor-finding Analysis of Grain Post-production Systems in China. *Proceedings of the Thirteenth ASIAN Seminar on Grain Postharvest Technology, Brunei Darussalam, 4-7 Sept. 1990*. Dalam J. O. Naewbanij (ed.), ASIAN Grain Post-harvest Programme (pp. 370-392). Bangkok: Thailand.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. p. 269