

KESAN BAJA FOSFORUS
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG MANIS
(*Zea mays* L. cv. Improved Masmadu)

SITI AMANDA BINTI PATRICK

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM PENGELUARAN TANAMAN
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2017



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: KESAN BASA FOSFORUS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG
MANIS

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS PERTAMIAN DENGAN KEPUJIAN PENBELUARAN
TANAMAN

SAYA: SITI AMANDA BINTI PATRICK SESI PENGAJIAN: 2013/2014
 (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 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

Disahkan oleh:

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: A 198, PETI SURAT
27, PEKAN TELUPID, 89300
RAWAU, SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

2
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

TARIKH: 13/01/2017

TARIKH: 13/01/2017

Catatan:

*Potong yang tidak berkenaan.

*Jika tesis ini SULIT dan TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi yang 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).

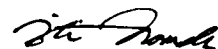
DR. MOHAMMED SELAMAT BIN MADOM
 FELO UTAMA
 FAKULTI PERTANIAN LESTARI
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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-mana universiti yang lain.



Siti Amanda Binti Patrick

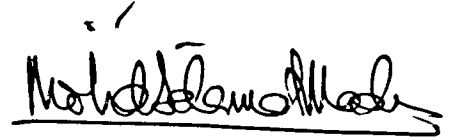
BR13110169

13 Januari 2017



**PENGESAHAN
DIPERAKUKAN OLEH**

- 1) Dr. Mohammed Selamat Madom
PENYELIA



**DR. MOHAMMED SELAMAT BIN MADOM
FELO UTAMA
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UMS KAMPUS SANDAKAN**

PENGHARGAAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh. Allahumma solli 'ala sayyidina Muhammad. Saya rasa bersyukur kepada Allah S.W.T kerana saya dapat menyelesaikan projek dan kertas kerja saya. Saya ingin merakamkan penghargaan yang tidak terhingga kepada sejumlah besar orang yang telah menyumbang dalam penaklukan saya menyiapkan disertasi ini yang mana tidak akan berjaya tanpa komitmen penuh mereka.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Mohammed Selamat Bin Madom yang telah banyak membantu saya dalam nasihat yang membina mengenai kerja saya, cadangan yang berharga, galakan berterusan di pelbagai peringkat dalam menyiapkan keseluruhan disertasi, dan menyediakan saya dengan pelbagai rujukan, dan juga tanpa bimbingan dan kesabaran mereka, kerja-kerja ini tidak mungkin dapat dicapai.

Penghargaan ikhlas juga ditujukan kepada semua pensyarah dan kakitangan yang secara tidak langsung membantu saya dalam menjalankan projek penyelidikan ini, terutamanya kepada Prof. Abdul Rahman Milan dan Prof. Madya Datuk Hj. Mohd Dandan @ Ame Hj. Alidin. Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Mohd Afriz Bin Nasip, Edward James, Asmunirwan Bin Usug, Nurul Atika Binti Rahime, Fatin Amalina Aisyah Binti Idris, Thaiyibah Binti Hussin, Farhana Izzaty Binti Firdaus, Fatimah Az-Zahra Binti Salehudin, Tan Shin Yee dan rakan-rakan saya yang lain di Fakulti Pertanian Lestari yang telah menyumbang ke arah penyiapan projek penyelidikan akhir saya. Seterusnya, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua ibu bapa saya yang sangat saya kasihi iaitu Kamaliah Binti Timbun dan Patrick Lo Thai, serta adik beradik, dan kucing peliharaan saya yang telah memberikan saya semangat secara tidak langsung dan juga sokongan moral. Akhir sekali, saya ingin berterima kasih terhadap diri saya sendiri kerana banyak bersabar dan berkorban masa, wang, dan tenaga sepanjang tempoh saya menyiapkan disertasi ini.

ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan di Rumah Lindungan Hujan bernombor 8A, Fakulti Pertanian Lestari, Universiti Malaysia Sabah, Kampus Sandakan, dari bulan Jun 2016 hingga Ogos 2016 untuk mengkaji kesan baja fosforus (0 kg/ha, 40 kg/ha, 80 kg/ha, 130 kg/ha dan 170 kg/ha) terhadap pertumbuhan dan hasil Jagung Manis (*Zea mays* L. cv. Improved Masmadu). Penanaman jagung manis di Sabah secara komersial masih terhad dan baja fosforus dipercayai dapat meningkatkan kualiti jagung manis. Oleh itu, kajian ini dijalankan supaya jagung manis yang akan dipasarkan di pasaran lebih bagus dari segi kualiti dan kuantitinya. Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji kesan baja fosforus terhadap pertumbuhan, hasil dan kualiti pemakanan jagung manis Improved Masmadu. Reka bentuk eksperimen yang telah digunakan adalah Reka Bentuk Rawak Lengkap (CRD) yang menggunakan lima jumlah rawatan baja fosforus yang berlainan. Data telah dianalisis menggunakan ANAVA sehala dan perbezaan di antara rawatan dibandingkan menggunakan kaedah Duncan. Analisis tanah menunjukkan terdapat 0.1861 ppm kandungan fosforus. Keputusan untuk pertumbuhan vegetatif jagung manis menunjukkan rawatan kawalan T1 mempunyai ketinggian pokok jagung manis tertinggi iaitu 198.2 sm. Rawatan T4 mempunyai diameter batang pokok yang tertinggi iaitu 2.12 sm. Rawatan T2 dan T4 menunjukkan bilangan daun yang tertinggi iaitu 12.0 helai. Keputusan kualiti pemakanan jagung pula menunjukkan rawatan T4 mempunyai jumlah pepejal terlarut yang tertinggi iaitu 16.78 °Brix. Keputusan komponen hasil pula menunjukkan panjang tongkol tertinggi adalah rawatan T4 iaitu 18.42 sm. Rawatan T4 menunjukkan berat basah tongkol tertinggi iaitu 159.22 g. Diameter tongkol tertinggi adalah rawatan T3 iaitu 4.56 sm. Hasil daripada kajian menunjukkan bahawa tidak terdapat kesan perbezaan yang bererti antara rawatan terhadap kesemua parameter. Oleh itu, kadar baja fosforus yang dicadangkan kepada petani adalah 130 kg ha⁻¹ kerana menghasilkan jumlah kemanisan tertinggi (16.8 °Brix), panjang tongkol tertinggi (18.42 sm), berat basah tongkol tertinggi (159.22 g) dan bilangan daun tertinggi (12.0). Hasil daripada kajian menunjukkan tidak terdapat kesan perbezaan yang bererti antara rawatan.

THE EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZER ON THE GROWTH AND YIELD OF SWEET CORN (*Zea mays* L. cv. Improved Masmadu)

ABSTRACT

*A field experiment was conducted at Rainshelter 8A, Faculty of Sustainable Agriculture in Universiti Malaysia Sabah, Kampus Sandakan, from June 2016 until Ogos 2016 to investigate the effect of phosphorus fertilizer (0 kg/ha, 40 kg/ha, 80 kg/ha, 130 kg/ha dan 170 kg/ha) on the growth and yield of sweet corn (*Zea mays* L. cv. Improved Masmadu). Commercial planting of sweetcorn in Sabah is still limited and it is believed that phosphorus fertilizer can increase the quality of sweet corn. Therefore, this experiment was conducted so that the marketing of sweet corn is better in terms of quality and quantity. The objectives of this study is to study the effect of phosphorus fertilizer on the growth, yield and eating quality of Improved Masmadu sweet corn. The experimental design used was Completely Randomized Design (CRD) using treatments of five different amount of phosphorus fertilizer. Data were analysed using One Way ANOVA and the differences between treatment means were compared by the Duncan method. Soil analysis showed that there was 0.1862 ppm phosphorus content. The result for vegetative growth of sweet corn showed treatment T1 produced the highest plant height which is 198.2 cm. Treatment T4 showed the highest diameter of tree which is 2.12 sm. Both treatment T2 and T4 showed the highest number of leaves which were 12.0. The result for eating quality showed treatment T4 produced the highedt total soluble solid with 16.78 °Brix. Whereas, the result for yield component showed the highest length of cob was produced by treatment T4 at 18.42 cm. Treatment T4 showed the highest wet weight of cob which was 159.22 g. Therefore, the rate for phosphorus fertilizer suggested for farmers is 130 kg ha⁻¹ because it produced the highest sweetness (16.8 °Brix), the highest length of cob (18.42 sm), the highest wet weight of cob (159.22 g), and the highest number of leaves (12.0). The highest diameter of cob was treatment T3 which was 4.56 cm. This study showed there was no significant difference between treatment.*

JADUAL ISI KANDUNGAN

Isi Kandungan	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
JADUAL ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xiii

BAB 1 PENGENALAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Justifikasi	2
1.3	Objektif	3
1.4	Hipotesis	3

BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1	Pengenalan kepada Jagung Manis	4
2.2	Botani Jagung Manis	5
2.3	Pengeluaran Jagung Manis Dunia	6
2.4	Kualiti Jagung Manis	7
2.5	Faktor yang Mempengaruhi Penanaman Jagung Manis	8
2.5.1	Fisiologi dan Bio-Kimia	8
2.5.2	Iklim	9
2.5.3	Suhu	9
2.5.4	Tanah	10
2.5.5	Air dan Kelembapan	10
2.6	Varieti Jagung Manis Di Malaysia	11
2.7	Peringkat Tumbesaran Jagung	12
2.8	Kesan Baja Fosforus	13
2.9	Kesimpulan	15



BAB 3 METODOLOGI

3.1	Lokasi Eksperimen	16
3.2	Bahan Tanaman	16
3.3	Tapak Penanaman dan Tanah	16
3.4	Bahan	17
3.5	Rawatan	17
3.6	Penyediaan Bahan Tanaman	17
3.6.1	Penyediaan Polibeg	17
3.6.2	Penanaman Benih Jagung	18
3.7	Pengurusan Tanaman	18
3.7.1	Merumput	18
3.7.2	Penyiraman	18
3.7.3	Kawalan Penyakit dan Perosak	18
3.7.4	Penuaian Hasil	19
3.8	Parameter	19
3.8.1	Vegetatif	19
3.8.2	Komponen Hasil	20
3.8.3	Kualiti Pemakanan	20
3.9	Reka Bentuk Eksperimen dan Analisis Statistik	20
3.5	Susun Atur Eksperimen	20

BAB 4 KEPUTUSAN

4.1	Keputusan Kajian	21
4.2	Nilai Min Ganda Dua	22
4.3	Min dan Pekali Variasi (CV)	23
4.4	Kandungan Fosforus dalam Tanah	24
4.5	Kesan Baja Fosforus Terhadap Pertumbuhan Jagung	25
	Manis Improved Masmadu	
4.5.1	Ketinggian Pokok	25
4.5.2	Diameter Batang	29
4.5.3	Bilangan Daun	33
4.6	Kesan Baja Fosforus Terhadap Kualiti Pemakanan Jagung	37
	Jagung Manis Improved Masmadu	
4.6.1	Jumlah Pepejal Larut	37

4.7	Kesan Baja Fosforus Terhadap Hasil Jagung Manis Improved Masmadu	38
4.7.1	Panjang Tongkol	38
4.7.2	Berat Basah Tongkol	39
4.7.3	Diameter Tongkol	40
 BAB 5 PERBINCANGAN		
5.1	Kesan Baja Fosforus Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis Improved Masmadu	41
5.1.1	Ketinggian Pokok	41
5.1.2	Diameter Batang Pokok	42
5.1.3	Bilangan Daun Pokok	42
5.2	Kesan Baja Fosforus Terhadap Hasil Jagung Manis Improved Masmadu	43
5.2.1	Panjang Tongkol Jagung Manis.	43
5.2.2	Berat Basah Tongkol Jagung Manis.	44
5.2.3	Diameter Tongkol Jagung Manis.	44
5.3	Kesan Baja Fosforus Terhadap Kualiti Pemakanan Jagung Manis Improved Masmadu.	45
5.3.1	Jumlah Pepejal Larut Jagung Manis	45
 BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN		
6.1	Kesimpulan	46
6.2	Cadangan	47
 RUJUKAN		48
LAMPIRAN		52

SENARAI JADUAL

Jadual	Muka surat
4.1 Nilai Min Ganda Dua dari jadual Anava untuk komponen pertumbuhan pokok dan hasil jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 10.	22
4.2 Min dan Pekali Variasi (CV) untuk komponen pertumbuhan dan hasil jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 10.	23

SENARAI RAJAH

Rajah	Muka surat
3.1 Susun atur polibeg setiap rawatan dengan menggunakan reka bentuk rawak lengkap (CRD)	20
4.1 Kandungan fosforus dalam tanah sebelum digunakan sebagai media tanaman	24
4.2 Data ketinggian pokok yang direkodkan bermula dari penanaman sehingga penuaian	25
4.3 Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap purata tinggi pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 3	26
4.4 Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap purata tinggi pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 6.	27
4.5 Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap purata tinggi pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 9.	28
4.6 Diameter batang pokok jagung manis dari minggu selepas tanam sehingga penuaian.	29
4.7 Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap diameter batang pokok pada pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 3.	30
4.8 Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap diameter batang pokok pada pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 6.	31
4.9 Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap diameter batang pokok pada pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 9.	32

4.10	Bilangan daun jagung manis dari peringkat penanaman sehingga penuaian.	33
4.11	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap bilangan daun pada pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 3.	34
4.12	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap bilangan daun pada pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 6.	35
4.13	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap bilangan daun pada pokok jagung manis Improved Masmadu pada minggu ke 9.	36
4.14	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap jumlah pepejal terlarut jagung manis Improved Masmadu.	37
4.15	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap panjang tongkol jagung manis Improved Masmadu selepas penuaian.	38
4.16	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap berat basah tongkol selepas penuaian.	39
4.17	Kesan baja fosforus dan kawalan terhadap diameter tongkol jagung manis Improved Masmaudu	40

SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

%	Peratus
±	Tambah, tolak
>	Lebih besar daripada
<	Lebih kecil daripada
=	Sama dengan
°C	Darjah Celsius
-	Negatif
+	Positif
ANOVA	Analisis varians
g	Gram
ha	hektar
H ₀	Hipotesis Null
H _a	Hipotesis Alternate
kg	kilogram
MOP	Muriate of Potash
nm	Nano meter
P	Phosphorus
sm	Sentimeter
TSP	Triple Super Phosphate
USDA	United States Department of Agriculture

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman bijirin yang telah diperkenalkan di Malaysia sebagai jagung manis pada awal tahun 70-an yang berasal dari Amerika Tengah dan daripada keluarga Gramineae. Jabatan Pertanian Malaysia telah merekodkan keluasan penanaman jagung yang meningkat setiap tahun dengan rekod keluasan tanaman meningkat daripada 7,176 ha pada tahun 2009 kepada 9,376 ha pada tahun 2014. Pada tahun 2009, rekod menunjukkan nilai pengeluaran hasil jagung meningkat daripada RM71,526 menjadi RM86,643 pada tahun 2014. Johor, Selangor dan Pahang merupakan kawasan utama tanaman jagung. Manakala 75% jagung segar digunakan untuk kegunaan domestik dan selebihnya dieksport ke Singapura dan Brunei (Nor Hazlina *et. al.*, 2012).

Menduduki tempat yang ketiga dalam penghasilan dunia selepas gandum dan juga bijirin, jagung mempunyai pelbagai kegunaan termasuklah sebagai makanan manusia, penghasilan kanji makanan yang diproses dan juga sebagai makanan ternakan untuk haiwan ternakan (Purseglove, 1972). Import jagung telah diramal akan meningkat ke 1.5 juta tan pada tahun 2014 dan juga 2015 (Rittgers dan Wahab, 2014). Ini menunjukkan kepentingan dan permintaan jagung yang semakin meningkat di seluruh dunia.

Semasa peringkat tumbesaran, jagung akan menyerap kuantiti nutrien yang besar daripada tanah. Jagung juga mempunyai potensi yang tinggi berbanding tanaman bijirin yang lain. Fosforus merupakan salah satu nutrien yang penting untuk mendapatkan hasil yang tinggi dalam kuantiti yang banyak (Chen *et al.*, 1994).

Jagung yang mengalami kekurangan fosforus akan menyebabkan luas kawasan indeks daun (Leaf Area Index) bekurang dan seterusnya akan mengurangkan radiasi aktif fotosintesis yang diserap oleh kanopi mengakibatkan pengumpulan biojisim yang lebih rendah. Kemunculan pertumbuhan akar juga akan terkesan akibat kekurangan fosforus pada luas kawasan indeks daun dan seterusnya mengakibatkan pengambilan fosforus menjadi teruk (Pellerin *et al.*, 2000). Selain diperlukan untuk pertumbuhan, penggunaan gula dan kanji, fotosintesis, pembentukan nukleus, pembahagian sel, pembentukan lemak dan albumen, tenaga daripada fotosintesis dan metabolisme karbohidrat disimpan di dalam kompaun fosfat untuk penghasilan dan tumbesaran tumbuhan (Ayub *et al.*, 2002). Fosforus yang cukup akan menghasilkan pertumbuhan yang cepat dan kematangan yang awal, seterusnya meningkatkan kualiti pertumbuhan vegetatif (Rashid dan Memon, 2001). Kesan aplikasi baja fosforus ke atas hasil bijirin menunjukkan kesan yang ketara (Ali *et al.*, 2002). Ayub *et al.* (2002) telah merekodkan kesan ketara aplikasi fosforus terhadap hasil bahan kering dan ciri-ciri pokok jagung seperti tinggi, bilangan daun dan luas daun.

Jagung manis yang berkualiti tinggi mempunyai saiz dan warna yang seragam iaitu sama ada kuning, putih atau mempunyai dua jenis warna. Selain daripada itu juga, kualiti jagung manis dinilai dari segi kemanisan, kegemukan, kelembutan, isi yang tumbuh dengan baik, kesegaran, dan sekam hijau. Jagung juga haruslah bebas daripada kerosakan serangga dan mekanikal, dan juga pereputan. Faktor yang paling penting untuk memenuhi kepuasan pengguna adalah tahap kemanisan kemanisan dan aromanya tetapi varieti *su 1* and *su 1/se* menjadi kanji sementara varieti *sh2* berasa hambar dan berair. Kematangan tuaian jagung manis ditentukan oleh kombinasi isi tongkol, pengeringan debunga, pertumbuhan isi, kemanisan isi, dan kelembutan isi. Penanda yang bagus untuk varieti *su 1* dan *se* adalah rupa jus atau endosperma iaitu konsistensi susu yang mewakili kematangan yang betul iaitu tidak terlalu berair atau mempunyai tekstur seperti doh (Brecht, 1995).

1.2 Justifikasi

Kajian ini dibuat untuk mengkaji kesan baja fosforus terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis. Jagung manis adalah salah satu tanaman terpenting di dunia. Baja fosforus mempunyai peranan penting untuk pertumbuhan tanaman dan untuk mendapatkan hasil jagung manis yang berkualiti tinggi. Untuk memasarkan jagung manis, adalah penting untuk memenuhi piawaian kualiti jagung seperti bentuk, saiz,

warna dan rasa jagung. Oleh itu, kajian ini penting untuk meningkatkan industri penghasilan jagung manis dengan meningkatkan kualitinya.

1.3 Objektif

Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji kesan baja fosforus terhadap pertumbuhan dan hasil Jagung Manis (*Zea Mays* L. kv. Improved Masmadu).

1.4 Hipotesis

H₀: Baja fosforus tidak memberi kesan yang bererti terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays* L. kv. Improved Masmadu).

H_a: Baja fosforus memberi kesan yang bererti terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays* L. kv. Improved Masmadu).

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan Kepada Jagung Manis

Jagung menduduki tempat ketiga sebagai tanaman bijirin selepas gandum dan juga beras dalam penghasilan dunia (Mohamed El-Murtada, 2011). Jagung telah dikenali sejak abad ke-18. Pelbagai teori mengenai asal jagung telah diberi. Walau bagaimanapun, hanya dua teori yang telah diberi pertimbangan serius pada hari ini. Teosinte (*Zea mexicana*) merupakan salah satu daripadanya. Dalam rujukan yang lain mengatakan jagung berasal daripada Mesoamerika, dan kini telah berkembang ke lebih daripada 100 buah negara (Verheye, 2010). Teosinte juga mempunyai impak yang besar ke atas evolusinya. Sebagai contoh di Mexico, introgresi di antara jagung dan teosinte telah terjadi berabad lamanya dan berterusan hingga ke hari ini. Kesannya ketara pada morfologi dan sitologi kedua-dua spesies. Jagung telah dibuktikan sebagai salah satu daripada keluarga rumput yang berkebolehan untuk beradaptasi (Brown *et. al.*, 1985). Nama "maize" diambil daripada bahasa Spanish iaitu *maiz* untuk tumbuhan tersebut. Di Amerika Syarikat, jagung telah dipanggil sebagai jagung India (Indian corn), ataupun jagung (corn) untuk jangka masa yang lama. Di Afrika Selatan pula, jagung dikenali sebagai *millies*, diambil daripada perkataan Portugis iaitu *milho*. Jagung telah diperkenalkan di Afrika dan seterusnya ke negara tropika yang lain oleh pengembara Portugis dan Arab. Jagung telah disebarkan melalui jalan hamba abdi pada ketika itu, dan seterusnya ke Asia. Jagung mempunyai keupayaan untuk matang dalam jangka masa yang singkat dan bijiannya menjadi sebahagian diet tempatan sebagai tanaman tradisional dan juga sebagai bahan mentah atau pun sebagai bahan pemprosesan untuk makanan industri di seluruh dunia. Jagung manis adalah sumber penting mineral, serat dan sesetengah vitamin (Lettrat dan Pulam, 2007). Selain daripada itu, jagung manis juga rendah lemak dan sesuai dimakan oleh penghidap diabetes. Aromanya juga lebih wangi dan rasanya lebih manis (Putri, 2011). Jagung manis adalah varieti jagung dengan kandungan gula yang tinggi (Erdal *et. al.*, 2011). Jagung manis mengandungi 13 hingga



15% gula dalam bijirin yang kurang matang. Selain diguna sebagai masakan alternatif seperti sup, sirap jagung dan pemanis, jagung juga telah digunakan dalam penyediaan bir asli. Disebabkan permintaan yang semakin meningkat pada masa kini, penekanan besar telah diberi kepada penanaman jagung manis (Bhatt, 2012). Jumlah kandungan gula bagi jagung biasa pada peringkat bersusu hanya 2 hingga 5%, sementara jagung manis pula berkadar 25 hingga 30% (Sadaiah *et. al.*, 2013).

2.2 Botani Jagung Manis

Jagung adalah tumbuhan monosius yang mempunyai satu atau lebih bahagian sisi cabang-cabang yang tumbuh pada paksi daun pokok jagung. Jagung berketinggian 2 hingga 3 meter dengan hanya sebatang pokok. Diameternya adalah 3 hingga 4 sm dengan nodus dan ruas yang jelas. Bilangan ruas adalah 15 hingga 20 dan pendek serta tebal pada tapaknya, tetapi panjang dan lebih kurus berdekatan dengan bunga jantan jagung. Tumbuhan jagung berakhir pada perbungaan betina, iaitu pada tongkolnya. Perbungaan jantan pula, iaitu jambak bunga jantan (tassel), terbentuk pada hujung batang. Pada perbungaan betina, biasanya akan terbentuk satu atau lebih pucuk pada bahagian atas pokok jagung. Betis jagung terdiri daripada nodus dan juga ruas pendek, yang mana panjangnya bergantung kepada kepelbagaian ras jagung. Tongkol jagung tumbuh daripada puncak tunas aksil dan dilindung oleh sebilangan daun yang dipanggil sekam. Daun-daun ini adalah berbeza apabila dibandingkan dengan daun pada tangkai yang mengelilingi dan melindungi telinga jagung yang sedang tumbuh (Verheye, 2010).

Bilangan sekam yang sedikit bagus untuk jagung yang dituai awal. Jambak bunga jantan (tassel) terbentuk daripada apeks meristem batang, struktur cabang pada hujung pokok yang terdiri daripada beberapa sisi cabang yang menghasilkan bunga jantan. Batang jambak bunga jantan (tassel) akan tumbuh dengan cepat dan menolak jambak bunga jantan keluar daripada hujung pokok jagung (Department of Health and Ageing, 2008). Kernel jagung terdiri daripada embrio yang mana 10-13% daripadanya adalah bijian. Endosperma dan perikarpa berbeza warna, struktur dan komposisi kimia. Warna biasa bagi kernel adalah putih dan kuning, tetapi sesetengah varieti mungkin akan berubah warna ke merah, ungu atau coklat. Perbezaan warna-warna kernel pada tongkol yang sama adalah disebabkan oleh persilangan-keluar (out-crossing) semulajadi tanaman. Struktur kernel bergantung terhadap jenis dan semulajadi endosperma. Debunga jagung adalah (anemophilous), contohnya penyebaran oleh angin. Debunga

sangat sensitif terhadap suhu yang tinggi dan juga kelembapan udara yang rendah. Jagung berkeupayaan untuk hidup di bawah keadaan yang menggalakkan semasa 24 jam, tetapi saluran debunga (silks) terbuka untuk jangka masa yang lama, iaitu 7 hingga 12 hari (Verheye, 2010).

2.3 Pengeluaran Jagung Manis Dunia

Peningkatan populasi dunia turut meningkatkan keperluan makanan pada setiap hari terutamanya pada masa akan datang. Kira-kira 1000 juta orang di seluruh dunia tidak berupaya untuk mendapatkan pengambilan pemakanan seharian, dan lebih daripada 400 juta orang berdepan dengan masalah malnutrisi. Setiap tahun, kebuluran dan penyakit yang menyebabkan kebuluran membunuh kira-kira 11 juta kanak-kanak yang berumur kurang daripada 5 tahun (Lean *et. al.*, 1990). Untuk mengatasi masalah kekurangan makanan, jagung boleh menjadi pilihan yang baik disebabkan hasil tanaman bijirannya yang tinggi yang dapat menyediakan makanan dan juga makanan ternakan. Amerika Syarikat, China, Brazil, Eropah dan Mexico adalah antara negara-negara yang banyak menghasilkan jagung (Hussain *et. al.*, 2015).

Jagung merupakan salah satu tanaman bijirin yang tertua dan spesies tanaman yang paling produktif dengan purata hasil global lebih daripada 4 tan per hektar (Farnham *et. al.*, 2003). Penggunaannya sebagai makanan boleh terus digunakan daripada peringkat anak jagung ke bijian matang. Kanji jagung boleh diperam kepada alkohol, termasuklah bahan api etanol (McCutcheon, 2007). Tiga pasaran yang berbeza untuk jagung adalah untuk kegunaan segar, beku dan pengetinan. Dalam penghasilan ini, pemasarannya banyak bergantung antara satu sama lain (Kleinhenz, 2008). Kedua-dua penghasilan dan nilai jagung manis yang diproses telah meningkat sebanyak 60% di dunia (Williams dan Masiunas, 2006). Faktor yang menyebabkan peningkatan ini adalah kegunaan domestik, pembangunan eksport dan penggantian import (Najeeb *et. al.*, 2011).

Jagung manis adalah salah satu tanaman yang paling penting di negara-negara seperti Amerika Syarikat dan Canada (Sadaiah *et. al.*, 2013). Sebab yang menyumbang kepada peningkatan populariti jagung adalah kerana penggunaan domestik, pembangunan eksport dan penggantian import (Williams dan Masiunas, 2006). Penghasilan jagung dunia global telah mencecah 780 juta tan setahun, dibandingkan

dengan tanaman bijirin yang menghasilkan hanya 500 juta tan setahun, manakala beras pula hanya 400 juta setahun (Verheye, 2010). Amerika Utara telah mencatatkan penghasilan jagung sebanyak 50% di dunia pada tahun 2000. Manakala China dan Eropah masing-masing telah mencatatkan kira-kira 18% dan 10%, sementara Australia telah menghasilkan kurang daripada 0.1% (Farnham *et. al.*, 2003). Jagung manis dapat memberikan keuntungan yang tinggi jika ditanam dengan baik kerana tongkol jagung yang cepat matang dan dapat menjimatkan masa petani (Sudarsana, 2000). Di antara bahagian-bahagian jagung yang mempunyai nilai ekonomi adalah bahagian biji, batang dan daun muda untuk makanan ternakan, batang dan daun tua untuk kegunaan kompos, batang dan daun kering yang boleh digunakan sebagai bahan pengganti kayu bakar, dan juga sebagai bahan masakan (Nesia, 2014).

Di Malaysia, jagung manis adalah komoditi yang terkenal yang ditanam secara meluas. Jagung manis menawarkan pasaran yang stabil dan MARDI telah mengeluarkan beberapa varieti yang popular seperti varieti Mas Madu (Leong, 2004). Berbanding dengan tanaman kontan yang lain seperti kacang tanah, ubi kayu, ubi keladi dan tebu, jagung mempunyai potensi yang lebih tinggi. Rekod keluasan penanaman jagung oleh Jabatan Pertanian Malaysia membuktikan bahawa jagung mempunyai permintaan yang tinggi di pasaran. Pada tahun 2004, purata hasil (Tan Metrik/Ha) adalah 5,0 dan meningkat kepada 9.3 pada tahun 2009. Nilai pengeluaran hasil juga meningkat daripada 35,763 tan metrik 86,643 tan metrik pada tahun 2009 dan 2014. Untuk kegunaan domestik, 75% jagung segar digunakan. Manakala kawasan tanaman utama jagung adalah di Johor (876 ha), Selangor (542 ha) dan Pahang (350 ha) dan selebihnya dieksport ke Singapura dan Brunei (Nor Hazlina *et. al.*, 2012).

2.4 Kualiti Jagung Manis

Menghasilkan jagung manis yang berkualiti tinggi adalah matlamat semua penghasil jagung manis. Kombinasi rasa yang menarik, tekstur dan aroma adalah penting untuk menentukan kualiti segar, atau pemprosesan keseluruhan isi jagung, sama ada untuk proses pengetinan atau dibekukan (Lettratt dan Pulam, 2007). Kemanisan tidak hanya ditentukan oleh genetik, tetapi juga dengan cara varieti-varieti diuruskan dan dituai. Setiap tahun, syarikat biji benih mengaplikasikan bilangan varieti-varieti jagung yang baru ke dalam senarai varieti. Perbezaan utama di antara varieteti-varieteti hibrid

termasuklah tempoh masa vegetatif, kandungan gula, dan kesesuaian untuk kepelbagaian penggunaan (Alan *et. al.*, 2014).

Jagung manis dituai apabila kurang matang, iaitu pada peringkat susu, dan dimakan sebagai sayur, berbanding sebagai bijirin. Jagung manis dikenali dengan rasanya yang manis dan berjus ditambah dengan kandungannya yang berkhasiat. Jagung manis yang dimasak mempunyai aktiviti antioksidan yang ketara, yang mana mempunyai kesan yang ketara dalam mengurangkan peluang untuk mendapat penyakit jantung dan kanser. Jagung manis yang dimasak juga membebaskan peningkatan asid ferulik, yang mana memberi kebaikan kepada kesihatan seperti melawan penyakit kanser (Alcantara, 2015). Komponen penting untuk rasa jagung adalah kemanisannya yang dipengaruhi oleh jumlah gula dan kanji di dalam endosperma (Flora dan Wiley, 1974; Azanza *et. al.*, 1994).

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Penanaman Jagung Manis

2.5.1 Fisiologi dan Bio-Kimia

Jagung adalah tumbuhan tropikal (C_4). Jagung menggunakan karbon dioksida, radiasi suria, air dan nitrogen dengan lebih cekap semasa fotosintesis dibandingkan dengan tumbuhan sederhana, (C_3). Luas kawasan daun yang besar dan pengubahsuaian laluan fotosintetiknya menjadikan jagung lebih produktif. Pengubahsuaian ini juga ada pada spesis tropikal yang lain yang rintang terhadap kemarau, dan ini dikenali sebagai sindrom C_4 (O'Keeffe, 2009). Jagung mempunyai kadar percambahan yang lebih rendah disebabkan perbezaan komposisi endosperma, kemunculan dan kekuatan biji benih dibandingkan dengan jagung lekuk (dent corn) (Williams dan Masiunas, 2006). Jagung dapat memanfaatkan penggunaan air dengan fotosintesis C_4 . Jagung dapat menghasilkan 1 kg berat kering dengan hanya menggunakan 40 kg air, dibandingkan dengan nisbah penggunaan air tanaman C_3 adalah 60 kg atau lebih (Nafziger, 2010).

2.5.2 Iklim

Jagung boleh dikategorikan sebagai tanaman bercuaca panas. Taburan hujan mempunyai pengaruh yang besar untuk mendapatkan hasil jagung yang maksimum,

terutamanya untuk jangka masa tiga minggu yang berpusat di sekeliling jambak bunga jantan (Brown *et al.*, 1985).

2.5.3 Suhu

Pada peringkat awal pertumbuhan, jagung sensitif terhadap tekanan suhu yang rendah dengan darjah kecederaan dingin yang berubah-ubah di antara varieti-varieti dan perbezaan tindak balas terhadap tekanan suhu rendah yang disebabkan oleh sistem antioksidan yang berubah-ubah (Zaidi *et al.*, 2010). Pada suhu suboptima akan menyebabkan perencatan tumbesaran, klorosis, layu, nekrosis dan kadang-kadang kematian tumbuhan (Janowiak *et al.*, 2002). Penyediaan anak benih turut terjejas disebabkan kerosakan makromolekul dan struktur sel, menyebabkan penghasilan oksigen yang reaktif (Apel dan Hirt, 2004). Perubahan yang teruk akan terjadi ke atas membran sel, fotosintesis dan enzim pada suhu ini (Lukatkin, 2003). Oleh itu, tumbesaran vegetatif dan hasil akan berkurangan disebabkan pengurangan asimilasi makanan. Suhu suboptima menyebabkan kitaran sel berpanjangan dan mengurangkan penghasilan sel (Rymen *et al.*, 2007).

Pada musim suhu yang panas secara langsung boleh mengurangkan hasil dalam dua cara yang penting, iaitu peningkatan suhu mempercepatkan pertumbuhan tanaman yang fenologinya lebih banyak dikawal oleh suhu. Masa tumbesaran bijian akan menjadi singkat dan mengehadkan potensi perolehan hasil. Jika haba menjadi ekstrem semasa pembungaan seperti pada fasa pembungaan bunga jantan (tassel) jagung tumbuh, pendebungaan mungkin akan terbantut dan menghalang bijian daripada tumbuh (Harrison *et al.*, 2011).

Tekanan suhu yang tinggi boleh mengganggu pertumbuhan pokok jagung dan hasilnya dengan menyekat fotosintesis dan mempengaruhi pendebungaan disebabkan pengeringan sutera dan pengguguran debunga pada jagung. Suhu daun di atas 38°C menyekat jaringan fotosintesis disebabkan oleh pentakaktifan terma enzim. Peningkatan suhu lebih daripada 30°C seterusnya akan menyebabkan (Rubisco) tidak aktif (Steven *et al.*, 2002) dan mengurangkan fotosintesis. Suhu yang optimum untuk tumbuhan jagung pada waktu siang adalah dalam kadaran 22 hingga 32°C, manakala pada waktu malam pula adalah 16.7 hingga 23.3°C. Pada suhu ini kadar fotosintesis menjadi lebih cepat daripada respirasi dan seterusnya meningkatkan pertumbuhan pokok. Suhu yang

menurun di bawah 5°C atau meningkat di atas 32°C akan memberi kesan yang buruk pada tumbuhan (Naveed *et al.*, 2014). Tekanan haba dan kelembapan yang rendah boleh mengeringkan biji-bijian debunga apabila dibebaskan daripada cegu debunga dan saluran debunga disebabkan oleh lapisan luar yang nipis (Sinsawat *et. al.*, 2004). Tahap kerosakan bergantung terhadap tempoh dan keamatan suhu yang tinggi. Suhu yang meningkat kepada 35°C atau lebih tinggi semasa pendebungaan dan pengisian bijian akan menurunkan hasil jagung kepada 101 kg/hektar setiap hari (Naveed *et al.*, 2014).

Pada musim bunga, jagung terdedah kepada tekanan suhu yang tinggi pada peringkat reproduktif akan menyebabkan pokok menjadi layu, pertumbuhan yang terbantut, perbungaan betina tertangguh, pengeringan dan pengguguran debunga yang akhirnya membawa kepada hasil yang sedikit (Naveed *et al.*, 2014). Masalah yang selalu berlaku sama ada suhu meningkat adalah pertumbuhan saluran debunga yang lambat, yang mana akan menyebabkan kegagalan saluran debunga untuk tumbuh supaya boleh menerima debunga. Aktiviti fotosintesis yang lemah boleh membawa kepada masalah ini. Selain daripada itu, saluran debunga juga akan cepat kering di bawah keadaan yang panas dan kering dan berkemungkinan tidak mempunyai kelembapan yang cukup untuk menyokong percambahan debunga dan tumbesaran tiub ovari debunga (O'Keeffe, 2009).

2.5.4 Tanah

Jagung memerlukan kadar tanah yang mempunyai salir yang baik, lom berpasir ke lom tanah liat, yang kaya dengan bahan organik serta nutrien tumbuhan (Norman *et. al.*, 1995). Jagung tidak dapat tumbuh dengan baik di atas pasir berat atau tanah garau dan dapat hidup di antara pH 4 dan pH 7. Fosforus adalah salah satu elemen penting daripada dua lagi elemen iaitu nitrogen dan potasium. Tahapnya adalah rendah di dalam kebanyakan tanah seperti kepekatan yang tinggi yang selalunya menunjukkan terdapat haiwan atau aktiviti manusia di kawasan tersebut (Olayiwola *et. al.*, 2012). Ketersediaan fosforus juga dipengaruhi oleh jenis-jenis tanah (Torres-Dorante *et. al.*, 2006).

2.5.5 Air dan Kelembapan

Kekurangan air adalah faktor utama persekitaran yang menyekat pertumbuhan, tumbesaran dan produktiviti tumbuhan terutamanya pada kawasan gersang (Huai-Fu *et.*

RUJUKAN

- Alam, S.M., Zafar, I. dan Latif, A. 1999. Fertigation Technology for Improve Phosphorus Use Efficiency In Wheat. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research* **42**: 380-383
- Alan, O., Kinaci, G., Kinaci, E., Basciftci, Z. B., Sonmez, K., Evrenosoglu, Y., dan Kutlu, I. 2014. Kernel Quality of Some Sweet Corn Varieties in Relation to Processing. *Notulac Botanicae Horti Agrobotanici Chij-Napoca* **42(2)**: 414-419
- Alcantara, C. G. 2015. Response of Sweet Corn (*Zea mays* var. *rugosa*) to Drip Fertigation in Varying Levels of Nitrogen. *Mindanao Journal of Science and Technology* **13**: 32-50
- Ali, A., Ahmad, A.S., Ahmad, M. dan Ali, A. 1988. Response of Pak-81 Wheat To Phosphorus Application at Faisalabad. *Pakistan Journal of Agricultural Research* **9**: 593-595
- Ali, J., Bakht J., Shafi M., Khan S. dan Shah W.A. 2002. Uptake of Nitrogen as Affected By Various Combinations of Nitrogen and Phosphorus. *Asian Journal of Plant Sciences* **1**: 367-369
- Apel, K. dan Hirt H. 2004. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. *Annual Review of Plant Biology* **55**: 373-379
- Arain, A.S., Aslam, S.M. dan Tunio, A.K.G. 1989. Performance of Maize Hybrids Under Varying NP Fertilizer Environments. *Sarhad Journal of Agriculture* **5(6)**: 623-626
- Ayub, M., Nadeem M. A., Sharar M. S. dan Mahmood N. 2002. Response of Maize (*Zeamays* L.) Fodder To Different Levels of Nitrogen and Phosphorus. *Asian Journal of Plant Sciences* **1**: 352-354
- Azanza F., Juvik J.A. dan Klein B.P. 1994. Relationships Between Sensory Quality Attributes and Kernel Chemical Composition. *Journal of Food Quality* **17**: 150-172
- Bano, S., Aslam, M., Saleem, M., Basra, S. M. A., dan Aziz, K. 2015. Evaluation of Maize Accessions Under Low Temperature Stress at Early Growth Stages. *The Journal of Animal and Plant Sciences* **25 (2)**: 392-400.
- Bhatt, P. S. 2012. Response of Sweet Corn Hybrid To Varying Plant Densities and Nitrogen Levels. *African Journal of Agricultural Research* **7(46)**: 6158-6166
- Brecht, J. K. 1995. Sweet Corn. Plant Disease. www.ba.ars.usda.gov/hb66/sweetCorn.pdf. Akses pada 12 April 2016. Disahkan pada 4 Mei 2016
- Brown, W. L., Zuber, M. S., Darrah, L. L., dan Glover, D. V. 1985. Origin, Adaptation, and Types of Corn. *National Corn Handbook*. May: 1-6
- Chen, M. L., Jiang X.L., Zoov B. Y. dan Zheri Z. Y. 1994. Mathematical Models and Best Combination of High Yield Cultivation Technique for Rapeseed Variety Zhenyouyoum. *Acta Agriculturae Zhejiangensis* **6**: 22-26
- Colless, J. M. 1992. Maize Growing. Report No. P3.3.3 – Agdex 111, Second Edition, NSW Agriculture Grafton.
- Department of Health and Ageing. 2008. The Biology of *Zea mays* L. ssp *mays* (Maize or Corn). *Office of the Gene Technology Regulator*. September: 81
- Duncan, W.G. 1975. Maize. Chapter 2. In: LT Evans, ed. Crop Physiology: Some Case Histories. Cambridge University Press pp 23-50.
- du Plessis, J. 2003. *Maize production*. Resource Centre Directorate Agricultural Information Services.



- Erdal, Ş., Pamukçu, M., Savur, O., dan Tezel, M. 2011. Evaluation of Developed Standard Sweet Corn (*Zea mays sacharata* L.) Hybrids for Fresh Yield, Yield Components and Quality Parameters. *Turkish Journal of Field Crops* **16(2)**: 153–156
- Farnham, D.E., Benson, G.O., dan Pearce, R.B. 2003. Corn Perspective and Culture. Chapter 1. In: PJ White, LA Johnson, eds. Corn: Chemistry and Technology, Second Edition. *American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul*. Minnesota: USA.
- Flora L.F. dan Wiley R.C. 1974. Sweet corn Aroma, Chemical Components, and Relative Importance in The Overall Flavour Response. *Journal of Food Science* **39**: 770-773
- Harrison, L., Michaelsen, J., Funk, C., dan Husak, G. 2011. Effects of Temperature Changes on Maize Production in Mozambique. *Climate Research* **46(3)**: 211-222
- Hines, S. (2009). Back to Basics - Nitrogen and Phosphorus Deficiencies in Corn. Nutrient Digest, Nutrient Management Newsletter for Idaho. **1(4)**: 4.
- Huai-Fu F., Ling D., Chang-Xig D. dan Xue W. 2014. Effect of Short-term Water Deficit Stress on Antioxidative Systems in Cucumber Seedling Roots. *Botanical Studies* **55**: 46
- Hughes, M. 2006. Maize – Weeds and Herbicides. The State of Queensland Department of Primary Industries and Fisheries. http://www.dpi.qld.gov.au/cps/rde/dpi/hs.xsl/26_3678_ENA_HTML.htm. Diakses pada 23 November 2016. Disahkan pada 24 November 2016
- Hussain, A., Arshad, M., Ahmad, Z., Ahmad, H. T., Afzal, M., dan Ahmad, M. 2015. Potassium Fertilization and Maize Physiology Potassium Fertilization Influences Growth, Physiology and Nutrients Uptake of Maize (*Zea Mays* L.). *Cercetări Agronomice în Moldova* **XLVIII(161)**: 37–50
- Hussain, N., Khan, A.Z., Akbar, H., dan Akhtar, S. 2006. Growth Factors and Yield of Maize as Influenced by Phosphorus and Potash Fertilization. *Sarhad Journal Agriculture* **22(4)**: 579-583.
- Ibrahim, S.A. dan Kandil, H. 2007. Growth, Yield and Chemical Constituents of Corn Affected by Nitrogen and Phosphorus Fertilization under Different Irrigation Intervals. *Journal of Applied Sciences Research* **3**: 1112-1120
- Iqbal, Z., Latif, A., Ali, S., dan Iqbal, M. M. 2003. Effect of Fertigated Phosphorus on P Use Efficiency and Yield of Wheat and Maize. *Songklanakarin Journal Science Technology* **25(6)**: 697–702
- Janowiak, F., Mass B. dan Dorffling K. 2002. Importance of Abscissic Acid For Chilling Tolerance of Maize Seedlings. *Journal of Plant Physiology* **159**: 635-643
- Khan, F., Khan, S., Hussain, S., Fahad, S., dan Faisal, S. 2014. Different Strategies for Maintaining Carbon Sequestration in Crop Lands. *Scientia Agriculture* **2**: 62-76
- Khayatnezhad M., Gholamin R., Jamaatic-Somarin S.H. dan Zabihi-Mahmoodabad R. 2010. Effects of PEG Stress on Corn Cultivars (*Zea mays* L.) at Germination Stage. *World Applied Science Journal* **11(5)**: 504-506
- Kleinhenz, M.D. 2008. Sweet corn Quality. What is it?. <http://www.oardc.ohiostate.edu/kleinhenz>. Akses pada 8 April 2016. Disahkan pada 4 Mei 2016
- Komljenović, I., Marković, M., Kondić, D., dan Kovačević, V. 2010. Response of Maize to Phosphorus Fertilization on Hydromorphic Soil of Bosnian Posavina Area. **1(1)**: 9

- Lazcano, C., Revilla, P., Malvar, R. A., dan Domínguez, J. 2011. Yield and Fruit Quality of Four Sweet Corn Hybrids (*Zea mays*) Under Conventional and Integrated Fertilization With Vermicompost. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **91(7)**: 1244-1253
- Lafitte, H. R. 2000. Abiotic Stresses Affecting Maize. In: RL Paliwal, G Granados, HR Lafitte, AD Vlollic, eds. Tropical Maize: Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. Pp 93-103.
- Lean G., Hinrichsen D. dan Markham A. 1990. WWF Atlas of The Environment. New York: Prentice Hall Press
- Leong C. O. 2004. Comparative Performance of Two Sweetcorn Varieties – Mas Madu and Taiwan Supersweet. *Journal of Tropical Agricultural and Food Science* **32(2)**:141-146
- Lettrat K., dan Pulam T. 2007. Breeding For Increased Sweetness In Sweet Corn. *International Journal of Plant Breeding* **1(1)**: 27-30
- Lukatkin, A. S. 2003. Contribution of Oxidative Stress To The Development of Cold Induced Damage to Leaves of Chilling-Sensitive Plants: 3. Injury of Cell Membrane by Chilling Temperatures. *Russian Journal of Plant Physiology* **50**: 243-246
- Mariusz, S., Bohdan, D., Ignacy, N. dan Rafal R. 2006. *Sweet Corn: Harvest and Technology Physical Properties and Quality*. First edition. New Zealand: Bohdan Dobrzanski Institute of Agrophysics of Polish Academy of Sciences Lublin
- Masood, T., Gul, R., Munsif, F., Jalal, F., Hussain, Z., Noreen, N., dan Khan, H. H. 2011. Effect of Different Phosphorus Levels on the Yield and Yield Components of Maize. *Sarhad Journal Agriculture* **27(2)**: 167–170
- McCutcheon, A. 2007. Victoria, Australia, Agriculture Notes – Bioethanol in Victoria. AG1314, 1-3 State of Victoria, Department of Primary Industries. [http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/vFDD7771DC12D8B47CA25740989BD/\\$file/AG1314_Sep07.pdf](http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/vFDD7771DC12D8B47CA25740989BD/$file/AG1314_Sep07.pdf). Akses pada 8 April 2016. Disahkan pada 4 Mei 2016
- Mohamed El-Murtada, H. A. 2011. Effect of Different Nitrogen Sources on Growth, Yield and Quality of Fodder Maize (*Zea mays* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* **10(1)**: 17–23
- Moschler, W.W. dan Martens, D.C. 1975. Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Requirements in No-Tillage and Conventionally Tilled Corn. *Soil Science Society of America, Proceedings* **39**: 886-891
- Murphy, J. dan J.I. Riley. 1962. A Modified Single Solution Method For The Determination of Phosphate in Natural Waters. *Journal of the Analytica Chimica Acta* **27**: 31-36
- Nafziger, E. D. 2010. Growth and Production of Maize: Mechanized Cultivation. In *Soils, Plant Growth and Crop Production* **1**: 1–11
- Najeeb, S., Sheikh, F. A., Ahangar, M. A., dan Teli, N. A. 2011. Popularization of Sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata) Under Temperate Conditions to Boost The Socioeconomic Conditions . *Maize Genetics Cooperation Newslatter*, **85**
- Naveed, S., Aslam, M., Maqbool, M. A., Bano, S., Zaman, Q. U., dan Ahmad, R. M. 2014. Physiology of High Temperature Stress Tolerance at Reproductive Stages in Maize. *Journal of Animal and Plant Sciences* **24(4)**: 1141–1145
- Nesia, A. 2014. *Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata*

- Sturt.) *Pada Beberapa Konsentrasi Sea Minerals*. Disertasi Sarjana Sains Muda. Universitas Taman Siswa
- Norman, M., Pearson, C. dan Searle, P. 1995. *The Ecology of Tropical Food Crops*. Cambridge: Cambridge University Press
- Nor Hazlina, M. S., Faridah H., Sharizan, A. dan Sebrina, S. S. 2012. Jagung Manis Hibrid Baharu Hibrimas. *Buletin Teknologi MARDI*
- Nur Aainaa, H., Ahmed, O. H., Kasim, S., dan Abdul Majid, N. M. 2014. Reducing Egypt Rock Phosphate Use in Zea mays Cultivation on an Acid Soil Using Clinoptilolite Zeolite. *Sustainable Agriculture Research* **4(1)**: 56–66
- O'Keeffe, K. 2009. Maize Growth and Development. Procrop Maize Growth and Development.
www.dpi.nsw.gov.au. Akses pada 10 April 2016. Disahkan pada 4 Mei 2016
- Olaniyan, A. B dan Akintoye, H.A. 2012. Yield of Sweet Corn in Response To Fertilizer Sources. *Global Advance Research Journal of Agricultural Science* **1(5)**: 1–6
- Olayiwola, A.O, dan Oyediran. 2012. Effect of Soil Types and Phosphorus Fertilizer Interaction on The Growth and Yield of Maize (*Zea mays* . L). *International Journal of Applied Agricultural and Apicultural Research* **8(1)**: 82–90.
- Pellerin, S., Mollier, A., dan Plenet, D. 2000. Phosphorus Deficiency Affects The Rate of Emergence and Number of Maize Adventitious Nodal Roots. *Agronomy Journal* **92**: 690-697
- Purseglove, J. W., 1972. Tropical Crop. *Monocotyledons*. Longmans: London.
- Purwono, M.S. dan Rudi, H.S.P, 2008. *Kaedah Penanaman Jagung Berkualiti*. Kuala Lumpur: Synergy Media
- Putri, H.A. 2011. Pengaruh Pemberian Beberapa Konsentrasi Pupuk Organik Cair Lengkap (POCL) Bio Sugih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas Padang
- Ransom, J. 2013. *Corn Growth and Management Quick Guide*. North Dakota: NSDU Extension Service
- Rashid, A. and Memon, K. S. 2001. Soil and Fertilizer Phosphorus. Soil Sci. B. Elena and R. Bantel (Eds). *National Book Foundation*. Islamabad: Pakistan
- Raven, P.H., Evert, R.F., dan Eichorn, S.E. 1999. *Biology of Plants*. W. H. Freeman and Company New York.
- Romer, W. dan Schilling, G. 1986. Phosphorus Requirement of Wheat Plants in Various Stages of Its Life Cycle. *Plant Soil* **9**: 221-229
- Rymen, B., Fiorani F., Kartal F., Vandepoele K., Inze D. dan Beemster G.T.S. 2007. Cold Nights Impair Leaf Growth and Cell Cycle Progression in Maize Through Transcriptional Changes of Cell Cycle Genes. *Plant Physiology* **142**: 1429-1438
- Sadaiah, K., Reddy, V. N., dan Kumar, S. S. 2013. Heterosis and Combining Ability Studies for Sugar content in Sweet corn (*Zea mays saccharata* L.). *International Journal of Soil Science* **3(3)**: 1–5
- Sinsawat, V., Leipner J., Stamp P. dan Fracheboud Y. 2004. Effect of Heat Stress on The Photosynthetic Apparatus in Maize (*Zea mays* L.) Grown at Control or High Temperature. *Environmental and Experimental Botanical* **52**: 123-129
- Steven, J., Brandner C, dan Salvucci M. 2002. Sensitivity of Photosynthesis in C4 Maize Plant To Heat Stress. *Plant Physiology* **129**: 1773-1780
- Sudarsana, K. 2000. Pengaruh Effective Microorganism-4 (Em-4) dan Kompos pada Produksi Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) pada Tanah Entisols.
www.unmul.ac.id. Akses pada 8 April 2016. Disahkan pada on 4 Mei 2016



- Torres-Dorante, L.O., Norbert C., Bernd S., dan Hans-Werner, O. 2006 . Fertilizer Use Efficiency of Different Inorganic Polyphosphate Sources: Effects on Soil P Availability and Plant P Acquisition During Early Growth of Corn. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **169(4)**: 509-515
- USDA. 2013. Agricultural Biotechnology Annual 2013. USDA.
- USDA. 2014. Grain and Feed 2014. USDA.
- Verheye, W. 2010. Growth and Production of Maize: Traditional Low-Input Cultivation. In *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* **2**: 1–10
- Williams, M.M dan Masiunas, J.B. 2006. Functional Relationships Between Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*) Interference and Sweet Corn Yield and Ear Traits. *Weed Science* **54**: 948-953
- Yan J., Marilyn W. dan Crouch J. 2011. Association Mapping for Enhancing Maize (*Zea mays* L.) Genetic Improvement. *Crop Science* **51**: 443-449
- Zaidi, P.H.,Yadav M., Maniselvan P., Khan R., Shadakshari T.V., Singh R.P. dan Pal. D. 2010. *Morpho-physiological Traits Associated With Cold Stress Tolerance in Tropical Maize (Zea mays L.) Maydica* **55**: 201-208