

**KESAN BIOCHAR DAN BAJA ORGANIK KE ATAS PERTUMBUHAN
DAN PENGHASILAN JAGUNG MANIS THAI SUPERSWEET
YANG DITANAM MENGGUNAKAN
TANAH SILABUKAN.**

WAN NUR SYUHADA BINTI WAN ARIFFIN

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

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM PENGELUARAN TANAMAN
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2016**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: KESAN BIOCHAR DAN BAJA ORGANIK KE ATAS PERTUMBUHAN
DAN PENGHASILAN JAGUNG MAMS THAI SUPERSWEET YANG DITANAM
MENGGUNAKAN TANAH SILABUKAN

IAJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN
PENGELUARAN TANAMAN

SAYA: WAN NUR SYUHADA BINTI WAN ARIFFIN SESI PENGAJIAN: 2012/20136
 (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

Syuhada

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: NO 24, JALAN
PAYA LEBAR SATU 27110A
LAMAN SERI SEKSYEN 27
KUDUD SHAH ALAM, SELANGOR.

TARIKH: 10 JAN 2016

Nurulain
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

PROF MADYA DATUK HJ-MOH DADA
 @ AME. HJ-ALIDIN

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: 10 JAN 2016

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).



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 universiti yang lain.



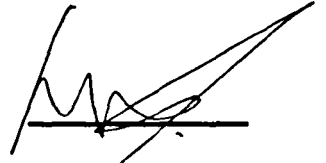
WAN NUR SYUHADA BINTI WAN ARIFFIN

BR12110145

11 JANUARI 2016

DIPERAKUKAN OLEH

1. Prof. Madya Datuk Hj. Mohd Dandan @ Ame Hj. Alidin
PENYELIA



PROF. MADYA HJ. MOHD. DANDAN @
AME HJ. ALIDIN
FELO KANAN
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UMS KAMPUS SANDAKAN

2. Prof Dr. Abd Rahman Milan
PENYELIA BERSAMA



PROF. DR. ABD RAHMAN MILAN
PENSYARAH
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UMS KAMPUS SANDAKAN

PENGHARGAAN

Syukur kehadiran Illahi kerana dengan limpah kurniaNya dapat saya menyiapkan projek tahun akhir ini. Seterusnya, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya iaitu, Prof Madya Datuk Hj. Mohd. Dandan @ Ame Hj. Alidin kerana telah banyak memberi peluang dan tunjuk ajar kepada saya dari hari pertama saya mula melaksanakan projek ini sehinggalah berjaya melengkapkannya. Saya berasa amat berterima kasih kepada beliau kerana tidak pernah jemu memberi nasihat kepada saya dan tidak pernah lokek untuk berkongsi ilmu yang luas kepada saya. Beliau juga telah banyak memberi tunjuk ajar kepada saya terutamanya dalam menguruskan biji benih dan kerja-kerja di ladang. Saya juga amat berterima kasih kepada Prof. Abd Rahman Milan sebagai pembantu penyelia yang juga telah banyak menyumbangkan idea dalam menyiapkan projek ini. Selain itu, beliau juga banyak memberi jalan penyelesaian kepada setiap masalah yang berlaku semasa projek ini berjalan. Tidak lupa juga kepada Dr. Mohammadu Boyie Jalloh yang telah membantu saya dalam menggunakan perisian 'SAS 9.1.3 Portable' dalam menganalisis data.

Selain daripada itu, saya ingin mengambil peluang ini untuk mengucapkan terima kasih kepada semua staf-staf Fakulti Pertanian Lestari yang turut sama terlibat secara langsung ataupun tidak langsung dalam membantu menjayakan projek akhir ini terutamanya dalam membantu menyediakan peralatan di makmal, menyedia dan memperbaiki rumah perlindungan hujan dan membantu menyediakan peralatan ladang yang digunakan.

Dalam menjayakan projek ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan saya iaitu Nuratika binti Abdul Karim dan Nurhafizah binti Roslan, Norhidayah binti Ismail dan rakan-rakan yang lain kerana turut bertungkus lumus bersama-sama dalam menjayakan projek ini dan tidak lupa juga kepada senior-senior yang telah banyak memberi maklumat dan tunjuk ajar kepada saya.

Akhir sekali, saya berasa sangat bersyukur kerana disokong oleh kedua ibu bapa saya iaitu Puan Fatimah binti Mat Zin dan Wan Ariffin bin Wan Derahman sama dari segi moral ataupun dari segi sumber kewangan dalam menjayakan projek tahun akhir ini. Tanpa sokongan daripada mereka, saya yakin dan pasti bahawa saya tidak akan mampu menyiapkan projek ini dengan jayanya.

ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan di Fakulti Pertanian Lestari, Universiti Malaysia Sabah, Sandakan, Sabah. Tajuk kajian ini ialah kesan biochar dan baja organik (najis ayam) terhadap pertumbuhan dan penghasilan jagung manis Thai Supersweet yang ditanam menggunakan tanah Silabukan. Objektif pertama kajian ini adalah untuk menentukan kadar optimum baja biochar dan baja najis ayam yang diperlukan bagi pertumbuhan dan penghasilan tanaman jagung manis Thai Supersweet. Objektif kedua kajian ini pula ialah untuk menentukan kandungan nitrogen, bahan organik, fosforus dan pH dalam tanah siri Silabukan selepas kajian dilakukan. Kajian ini dimulakan pada April 2015 sehingga September 2015. Rawatan disusun mengikut rekabentuk rawak lengkap (CRD). Terdapat 10 rawatan yang telah digunakan ialah NPK (90-60-60), gabungan antara biochar dengan tiga kadar yang berbeza iaitu 10, 15 dan 20 tan ha⁻¹ manakala baja najis ayam yang digunakan pada kadar 20, 40, 60 tan ha⁻¹. Setiap rawatan mempunyai tiga replikasi. Data yang telah direkod dianalisis dengan menggunakan ANOVA satu-hala pada keertian 5%. Keputusan yang bagi pertumbuhan vegetatif tanaman jagung manis Thai Supersweet menunjukkan rawatan B3M3 menghasilkan purata tinggi pokok dan bilangan daun yang tertinggi iaitu masing-masing 221.63 sm dan iaitu 18.67. Bagi ukur lilit batang rawatan B1M3 telah mencatatkan bacaan yang tertinggi iaitu 9.17 sm. Bagi komponen hasil, rawatan B2M3 dan B3M3 masing-masing menghasilkan jumlah tongkol per pokok yang tertinggi iaitu 1.67 tongkol. Rawatan B3M3 menghasilkan bacaan tertinggi pada jarak tongkol pertama daripada permukaan tanah (115.87 sm) dan berat 100 butiran dalam tongkol pertama iaitu 13.28 g. Rawatan B2M2 menghasilkan ukur lilit tongkol yang tertinggi iaitu 20 sm. Rawatan B1M3 menghasilkan bacaan tertinggi pada panjang tongkol, jumlah butiran dan pengeluaran hasil tongkol dan butiran yang tertinggi iaitu masing-masing 30.16 sm, 381 butiran, 4.84 tan per ha dan 0.99 tan per ha. Bagi analisis tanah Silabukan pula, Rawatan B1M3 mempunyai pH, bahan organik (%), nitrogen (%) dan fosforus (ppm) selepas rawatan yang tertinggi iaitu masing-masing 6.71, 1.03%, 0.40% dan 24.43 ppm. Oleh itu, kadar terbaik yang dicadangkan kepada petani ialah rawatan B1M3 kerana rawatan tersebut mempunyai penghasilan tongkol dan butiran yang tertinggi. Selain itu, rawatan ini juga menunjukkan peningkatan dari segi nutrien tanah yang tertinggi berbanding rawatan lain. Sebagai kesimpulan, rawatan yang menggunakan gabungan antara biochar dan baja najis ayam dapat menghasilkan pertumbuhan dan penghasilan jagung manis Thai Supersweet lebih baik berbanding dengan rawatan yang menggunakan baja kimia dalam meningkatkan pertumbuhan dan penghasilan tanaman jagung manis Thai Supersweet.

**THE EFFECT OF BIOCHAR ORGANIC MANURE ON GROWTH AND YIELD OF
SWEET CORN THAI SUPERSWEET THAT PLANTED ON
SILABUKAN SOIL**

ABSTRACT

This study was carried out at Faculty of Sustainable Agriculture, Universiti Malaysia Sabah. The title of this study is the effect of biochar and organic manure (chicken manure) towards growth and yield of sweet corn Thai Supersweet that was planted on Silabukan soil. The first objective of this study was to determine optimum rate of biochar and chicken manure that was needed for the growth and yield of sweetcorn Thai Supersweet. The second objective of this study is to investigate the content of nitrogen, organic matter, phosphorus and soil pH of Silabukan soil after the experiment was carried out. This study has been done started from April 2015 until September 2015. Experimental design that was used in this experiment is complete randomized design (CRD). There were 10 treatments which consists of NPK (90-60-60), combination of biochar and chicken manure (three different rate of biochar which is 10, 15 and 20 ton ha⁻¹) and (three different rate of chicken manure which is 20, 40 and 60 ton ha⁻¹). Each treatment has three replicates. Data collected was analyzed using one-way ANOVA at 5% significance level. The results for vegetative growth showed that, treatment B3M3 produced the highest plant height and leaves number's mean which is 221.63 cm and 18.67 cm. Treatment B1M3 produced the highest circumference of stem which is 9.17 cm. For yield component, treatment B2M3 and B3M3 produced the highest number of cobs per plant which is 1.67. Treatment B3M3 produced the highest distance of cob from the soil surface which is 115.87 cm and the highest weight of 100 grain which is 13.28 g. Treatment B2M2 produced the highest cob circumference which is 20 cm. Besides that, treatment B1M3 produced the highest cob length, total of grain and extrapolated yield of cob and grain which is 30.16 cm, 381 grains, 4.84 tons per hectare and 0.99 tons per hectare respectively. For analysis of Silabukan soil, treatment B1M3 produced the highest soil pH, organic matter (%), nitrogen (%) and phosphorus (ppm) after the experiment which is 6.71, 1.03%, 0.40% and 24.43 ppm respectively. Thus, treatment B1M3 can be recommended to farmers because it produced the highest number of cob and grains. Besides that, this treatment showed the highest improvement in soil nutrient compare to other treatments. Results from this experiment also proved that organic manure which is combination of biochar and chicken manure produced higher growth and yield of sweetcorn Thai Supersweet than treatment that used chemical fertilizer. As a conclusion, treatments that used combination of biochar and chicken manure is better than treatment that used chemical fertilizer in term of growth and production yield of sweetcorn Thai Supersweet.

ISI KANDUNGAN

Isi kandungan	Muka surat
PENGAKUAN	ii
PERAKUKAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xv

BAB 1

PENGENALAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Justifikasi	3
1.3	Objektif	4
1.4	Hipotesis	4

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1	Jagung Manis	
2.1.1	Penerangan Botani Jagung Manis Thai Supersweet	6
2.1.2	Morfologi Jagung	6
2.1.3	Peringkat Tumbesaran dan Perkembangan Tanaman Jagung	7
2.1.4	Pembajaan Tanaman Jagung	9
2.1.5	Varieti Jagung Manis Thai Supersweet	9
2.1.6	Perbezaan Fizikal Jagung Manis Thai Supersweet dengan Jagung Hibrid	10
2.2	Sifat Tanah dan Iklim yang Sesuai Bagi Penanaman Jagung Thai Supersweet	11
2.2.1	Tanah Silabukan	12
2.2.2	Sifat Fizikal Tanah Silabukan	13
2.2.3	Sifat Kimia Tanah Silabukan	13
2.3	Kesan Nutrien	14

2.3.1	Kesan Nitrogen Ke Atas Pertumbuhan dan Penghasilan Jagung Thai Supersweet	14
2.3.2	Kesan Fosforus Ke Atas Pertumbuhan dan Penghasilan Jagung Thai Supersweet	15
2.3.4	Kesan Kalium Ke Atas Pertumbuhan dan Penghasilan Jagung Thai Supersweet	16
2.4	Baja Kimia	17
2.5	Baja Organik	17
2.5.1	Kesan Baja Organik Ke Atas Sifat Tanah Silabukan	17
2.5.2	Biochar	18
2.5.3	Kesan Biochar Ke Atas Sifat Tanah Silabukan	19
2.5.4	Kesan Biochar Ke Atas Pertumbuhan dan Penghasilan Jagung Thai Supersweet	20
2.5.5	Baja Najis Ayam	21
2.5.6	Kesan Baja Najis Ayam Ke Atas Sifat Tanah Silabukan	22
2.6	Kesan Biochar dan Baja Najis Ayam Ke Atas Pertumbuhan, Penghasilan Jagung Thai Supersweet dan Kesuburan Tanah Silabukan	22

BAB 3

METODOLOGI

3.1	Lokasi dan Masa Kajian	23
3.2	Bahan-bahan	23
3.3	Kaedah Kajian	24
3.3.1	Pengambilan Sampel Tanah	24
3.3.2	Penyediaan Tanah	25
3.3.3	Pembersihan Rumah Perlindungan Hujan	25
3.3.4	Penyediaan Pasu	25
3.3.5	Analisis Tanah	26
3.3.6	Penyediaan Biji Benih	26
3.3.7	Penyediaan Baja	26
3.3.8	Menggubah Anak Pokok	26
3.3.9	Merumput dan Pengemburan	27
3.4	Parameter	27
3.4.1	Pertumbuhan Vegetatif	27
3.4.2	Komponen Hasil	28

3.4.3	Unjuran Hasil	28
3.4.4	Analisis Kandungan Tanah	28
3.5	Reka Bentuk Eksperimen dan Jenis Rawatan	28
3.6	Susun Atur Eksperimen	31
3.7	Analisis Statistik	31

BAB 4

KEPUTUSAN

4.1	Kesan Biochar dan Baja Organik ke atas Pertumbuhan Vegetatif Jagung Manis Thai Supersweet	32
4.1.1	Tinggi Pokok (sm)	33
4.1.2	Bilangan Daun	37
4.1.3	Ukur Lilit Batang (sm)	41
4.2	Kesan Biochar dan Baja Najis Ayam Terhadap Komponen Hasil Tanaman Jagung Manis Thai Supersweet.	45
4.2.1	Jumlah Tongkol Per Pokok	45
4.2.2	Jarak Tongkol Pertama dari Permukaan Tanah (sm)	46
4.2.3	Ukur Lilit Tongkol (sm)	47
4.2.4	Panjang Tongkol Pertama (sm)	48
4.2.5	Jumlah Butiran dalam Tongkol Pertama	49
4.2.6	Berat 100 Butiran dalam Tongkol Pertama	50
4.3	Kesan Biochar dan Baja Najis Ayam Terhadap Unjuran Hasil Tanaman Jagung Manis Thai Supersweet (Tan Per Hektar)	51
4.3.1	Pengeluaran Hasil Tongkol (Tan Per Hektar)	51
4.3.2	Pengeluaran Hasil Butiran (Tan Per Hektar)	52
4.4	Kesan Pembajaan Biochar dan Baja Najis Ayam Terhadap Sifat Kimia Tanah Silabukan	52
4.4.1	PH Tanah	53
4.4.2	Bahan Organik Tanah (%)	54
4.4.3	Kandungan Nitrogen Tanah (%)	55
4.3.4	Kandungan Fosforus Tanah (ppm)	56

BAB 5

PERBINCANGAN

5.1	Kesan Biochar dan Baja Organik ke atas Pertumbuhan Vegetatif Jagung Manis Thai Supersweet	57
5.1.1	Tinggi Pokok (sm)	57

5.1.2	Bilangan Daun	58
5.1.3	Ukur Lilit Batang (sm)	58
5.2	Kesan Pembajaan Biochar dan Baja Najis Ayam Terhadap Komponen Hasil Tanaman Jagung Manis Thai Supersweet	59
5.2.1	Jumlah Tongkol Per Pokok	59
5.2.2	Jarak Tongkol Pertama dari Tanah (sm)	59
5.2.3	Ukur Lilit Tongkol Pertama (sm)	60
5.2.4	Panjang Tongkol Pertama (sm)	60
5.2.5	Jumlah Butiran dalam Tongkol Pertama	61
5.2.6	Berat 100 Butiran dalam Tongkol Pertama (g)	61
5.3	Kesan Biochar dan Baja Najis Ayam Terhadap Unjuran Hasil Tanaman Jagung Manis Thai Supersweet (Tan per hektar)	62
5.3.1	Pengeluaran Hasil Tongkol (Tan Per Hektar)	62
5.3.2	Pengeluaran Hasil Butiran (Tan Per Hektar)	62
5.4	Kesan Pembajaan Biochar dan Baja Najis Ayam Terhadap Sifat Kimia Tanah	63
5.4.1	PH Tanah	63
5.4.2	Bahan Organik Tanah (%)	63
5.4.3	Kandungan Nitrogen Tanah	64
5.4.4	Kandungan Fosforus Tanah	64
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1	Kesimpulan	65
6.2	Cadangan	66
SENARAI RUJUKAN		68
LAMPIRAN		74
CARTA GANTT		122

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
2.1	Ciri-ciri pokok jagung manis Thai Supersweet	10
2.2	Keperluan rupa bumi dan tanah untuk penanaman jagung	12
2.3	Rumusan jumlah komposisi unsur (C, N, C:N, P, K tersedia dan mineral N), julat pH dan purata dalam biochar.	19
2.4	Jumlah makro-nutrien yang terdapat dalam baja najis ayam.	21
3.1	Cara pembahagian baja	26
3.2	Kadar pembajaan yang telah digunakan	28
3.3	Nisbah rawatan	29

SENARAI RAJAH

Rajah		Muka surat
3.1	Kedudukan pasu untuk setiap jenis rawatan dengan menggunakan rekabentuk rawak lengkap (CRD).	31
4.1	Graf garisan tinggi pokok jagung manis Thai Supersweet sehingga sehingga minggu ke 8.	33
4.2	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata tinggi pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 6.	34
4.3	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata tinggi pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 7.	35
4.4	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata tinggi pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 8.	36
4.5	Graf garisan bilangan daun pokok jagung manis Thai Supersweet sehingga minggu ke 8.	37
4.6	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata bilangan daun pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 6	38
4.7	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata bilangan daun pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 7.	39
4.8	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata bilangan daun pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 8.	40
4.9	Graf garisan ukur lilit batang pokok jagung manis Thai Supersweet sehingga minggu ke 8.	41

4.10	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata ukur lilit batang pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 6.	42
4.11	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata ukur lilit batang pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 7.	43
4.12	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata ukur lilit batang pokok jagung manis Thai Supersweet pada minggu ke 8	44
4.13	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata jumlah tongkol per pokok jagung manis Thai Supersweet.	45
4.14	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata jarak tongkol pertama jagung manis Thai Supersweet dari tanah.	46
4.15	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata ukur lilit tongkol jagung manis Thai Supersweet.	47
4.16	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata panjang tongkol pertama jagung manis Thai Supersweet.	48
4.17	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata jumlah butiran dalam tongkol pertama jagung manis Thai Supersweet.	49
4.18	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata berat 100 butiran dalam tongkol pertama jagung manis Thai Supersweet	50
4.19	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata pengeluaran hasil tongkol (tan	51

per hektar) jagung Thai Supersweet.

4.20	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata hasil butiran (tan per hektar) jagung manis Thai Supersweet.	52
4.21	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata pH dalam tanah Silabukan	53
4.22	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata bahan organik dalam tanah Silabukan.	54
4.23	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata nitrogen (%) dalam tanah Silabukan.	55
4.24	Kesan rawatan biochar, baja najis ayam dan kawalan (NPK 90-60-60) terhadap purata fosforus (ppm) dalam tanah Silabukan.	56

SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

%	Peratus
=	Sama dengan
ANOVA	Analisis
CM	Baja Najis Ayam (Chicken Manure)
CRD	Reka Bentuk Rawak Lengkap (Complete Randomized Design)
G	Gram
Ha	Hektar
B	Biochar
M	Baja najis ayam
MOP	Muriate of Potash
N	Nitrogen
P	Fosforus
Ppm	Parts per million
K	Kalium
Kg	Kilogram
FPL	Fakulti Pertanian Lestari
Sm	Sentimeter
UMS	Universiti Malaysia Sabah

BAB 1

Pengenalan

1.1 Latar Belakang

Jagung manis (*Zea mays var. saccharata*) berasal dari keluarga Graminae dan merupakan antara tanaman bijirin yang terpenting di Malaysia. Jagung manis berbeza dengan jagung lain kerana mempunyai isinya yang mengandungi kandungan gula yang tinggi dan rasanya yang lebih manis. Jagung manis juga kaya dengan nutrisi seperti fiber, mineral, sukrosa dan vitamin A yang baik untuk kesihatan (Jabatan Pertanian Pulau Pinang, 2015). Berdasarkan Buletin Teknologi Mardi (2012), keluasan penanaman jagung meningkat dari tahun ke tahun dengan rekod keluasan tanaman 5455 ha (2004) kepada 7176 ha (2009). Selain itu, nilai pengeluaran jagung manis juga meningkat daripada RM65 juta kepada RM110 juta pada tahun 2004 dan 2009. Kawasan utama tanaman jagung di Malaysia terletak di Johor 3440 ha, Selangor 2213 ha, Pahang 1653 ha (Jabatan Pertanian, 2010). Penanaman jagung manis di Malaysia bertujuan bagi dipasarkan dalam tempatan sahaja dan hanya sedikit sahaja yang dieksport ke Singapura. Selain itu, jagung manis untuk penghasilan biji benih dan pemprosesan masih belum meluas. Oleh itu, jagung manis mempunyai potensi yang besar untuk pasaran di Malaysia.

Jagung manis komposit seperti Thai Supersweet sering digunakan oleh para petani sebagai bahan tanaman kerana harganya yang lebih murah berbanding jagung hibrid. Selain itu, genetik jagung ini tidak berubah kepada generasi yang seterusnya. Hal ini menguntungkan para petani kerana tidak perlu membeli biji benih baru setiap kali musim menanam. Walaubagaimanapun, tanaman jagung manis tidak dapat menandingi jagung hibrid yang dapat mengeluarkan hasil dalam masa yang singkat dan dari segi kualiti tongkol yang dihasilkan. Menurut Jabatan Pertanian Pulau Pinang (2015), masa kutipan hasil bagi jagung manis komposit adalah 68-72 hari selepas menanam manakala jagung hibrid 50-55 hari selepas menanam (Buletin Teknologi Mardi, 2012).



Menurut FAO (2004), 72% tanah di Malaysia terdiri daripada Ultisols dan Oxisols dan kurang sesuai digunakan dalam pertanian kerana berasid. Ia juga dianggap sebagai tanah yang bermasalah. Tanah Silabukan yang terdapat di utara dan barat Sandakan terdiri daripada order Ultisols yang biasanya ditemui pada permukaan tanah lama dengan topografi berbukit, kawasan panas yang lembab manakala tanaman jagung memerlukan struktur tanah yang landai dengan kedalaman tanah kurang daripada 50 sm (Jabatan Pertanian Pulau Pinang, 2015). Tanah Silabukan yang berasid biasanya mempunyai pH antara 4 hingga 5, mengandungi kandungan pertukaran kation, kandungan nitrogen dan kandungan fosforus tersedia yang rendah. Oleh itu, tanah ini secara amnya tidak sesuai kerana tanaman jagung memerlukan pH antara 5.5-6.5 (Ligunjang, 2010).

Masalah kesuburan tanah boleh diperbaiki dengan menggunakan gabungan bahan organik dan baja organik seperti gabungan biochar dan baja najis ayam. Biochar terhasil daripada tumbuh-tumbuhan atau sisa pertanian yang dibakar atau terbakar yang terperangkap di dalam tanah. Biochar juga merupakan karbon stabil yang boleh disimpan di dalam tanah bagi jangka masa yang lama sehingga beberapa musim menanam (Major *et al.*, 2010b). Penggunaan biochar boleh memberi beberapa kelebihan kepada petani seperti membantu tumbuhan menyerap nutrien dengan lebih pantas disebabkan oleh strukturnya porinya yang luas (Grossman *et al.*, 2010). Menurut Yuan dan Xu (2011), biochar juga meningkatkan pH tanah apabila digunakan selama beberapa bulan. Hal ini dapat menyokong pertumbuhan jagung manis Thai Supersweet yang ditanam menggunakan tanah Silabukan. Selain itu, biochar meningkatkan jumlah mikroorganisma dalam tanah dan menyokong pertumbuhan akar tanaman jagung manis Thai Supersweet.

Baja najis ayam digunakan kerana mempunyai kos pengeluaran yang lebih rendah berbanding baja NPK. Selain itu, baja najis ayam dapat meningkatkan kesuburan tanah Silabukan kerana meningkatkan pengambilan nutrien dalam tanah liat (Warman, 1986). Berdasarkan kajian yang dibuat oleh Amos *et al.*, (2013), baja najis ayam dapat meningkatkan bilangan daun, panjang tongkol jagung apabila dibekalkan dengan kadar yang berbeza (5, 10, 15 tan/hektar). Baja najis ayam juga mengandungi kandungan nitrogen, fosforus, potassium dan mineral-mineral lain yang lebih tinggi berbanding baja haiwan lain dengan 2.7% nitrogen, 6.3% fosforus dan 2.0% kalium. Walaubagaimanapun, baja najis ayam memerlukan masa yang lama untuk diurai sebelum digunakan ke atas tanaman. Hal ini mengakibatkan petani lebih suka menggunakan baja bukan organik

berbanding dengan baja organik kerana baja bukan organik memberi kesan yang lebih pantas dan hasil yang lebih memberansangkan.

Penggunaan baja NPK yang berasaskan Nitrogen (N), fosforus (P) dan kalium (K) di Malaysia semakin meningkat kerana dapat meningkatkan hasil dan kualiti pokok jagung manis komposit. Walaubagaimanapun, kos yang diperlukan untuk membeli baja kimia adalah tinggi dan membebankan para petani khususnya petani kecil. Selain itu juga, penggunaan baja kimia secara berlebihan boleh menyebabkan terjadinya proses larut lesap dan kemerosotan kualiti tanah (Agno dan Awu, 2005).

Dalam kajian ini, beberapa kadar baja najis ayam yang disebatikan dengan beberapa kadar biochar digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah Silabukan. Gabungan kedua-dua bahan organik tersebut dipercayai dapat memberi hasil yang lebih baik berbanding baja bukan organik dalam konteks mengekalkan kesuburan tanah Silabukan bahkan dalam meningkatkan hasil tanaman jagung manis Thai Supersweet.

1.2 Justifikasi

Kajian ini bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah Silabukan di samping meningkatkan hasil tanaman jagung manis Thai Supersweet. Jagung manis Thai Supersweet merupakan jagung komposit yang ditanam di Malaysia dan mempunyai harga yang lebih rendah berbanding jagung hibrid. Menurut Jabatan Pertanian Pulau Pinang (2015), harga bagi jagung manis setongkol adalah RM0.15 manakala harga bagi setongkol jagung hibrid pula RM 0.50. Hal ini menyebabkan petani mengalami masalah dan kekeliruan untuk membeli biji benih yang murah tetapi berpotensi memberikan hasil yang tinggi dalam masa yang singkat.

Selain itu, keadaan tanah Silabukan yang mengandungi nutrien rendah dan kurang sesuai digunakan sebagai media penanaman jagung komposit. Tanah Silabukan mempunyai kadar pertukaran kation, kandungan kalsium dan magnesium dan pH yang rendah iaitu diantara 3.5 hingga 5.5, tetapi mempunyai kandungan aluminium yang tinggi (Shamshuddin *et al.*, 1991). Bavani (2010) melaporkan bahawa tanah ini mengandungi jumlah nitrogen yang rendah, kadar fosforus yang sederhana tinggi dan bahan karbon organik iaitu masing-masing 0.00-0.21 %, 11.34 hingga 90.71 mgkg⁻¹ dan 0.2-1.76 %.

Bagi meningkatkan penghasilan jagung manis, kebanyakan petani menggunakan baja bukan organik kepada tanaman mereka. Hal ini membebankan petani kerana baja bukan organik memerlukan kos yang tinggi (Mutegei *et al.*, 2012). Selain itu, baja bukan organik memberikan banyak kesan negatif kepada alam sekitar dan juga pengguna. Contohnya, bahan bukan organik mengakibatkan tanah menjadi berasid kerana bahan kimia akan kekal di dalam tanah. Walaubagaimanapun, permintaan jagung manis komposit yang tinggi telah menyebabkan petani menggunakan baja kimia secara berlebihan kerana mereka berpendapat penggunaan baja kimia yang tinggi dapat meningkatkan hasil dan kualiti pertanian dalam masa yang singkat.

Walaupun, jagung telah ditanam secara meluas di Malaysia seperti di Johor 3440 ha, Selangor 2213 ha, Pahang 1653 ha, tetapi dianggarkan bahawa keluasan ini adalah tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan pasaran semasa (Jabatan Pertanian, 2010). Hal ini telah menarik minat untuk mengkaji tentang gabungan antara baja najis ayam dan biochar dan kesannya ke atas penghasilan tanaman jagung manis komposit. Kedua-dua baja tersebut juga diharapkan dapat meningkatkan tanah bahan organik dan daya tahan air dalam tanah seterusnya dapat menyuburkan tanah Silabukan.

1.3 Objektif

1. Untuk menentukan kadar optimum biochar dan baja najis ayam ke atas pertumbuhan vegetatif dan penghasilan tanaman jagung manis Thai Supersweet.
2. Untuk menilai sama ada terdapat perbezaan kesan pembajaan biochar dan baja najis ayam ke atas kesuburan tanah Silabukan.

1.4 Hipotesis

1) Hipotesis null:

H₀: Tiada perbezaan seerti antara kesan pembajaan biochar dan baja najis ayam ke atas pertumbuhan vegetatif dan penghasilan pokok jagung manis Thai Supersweet

Hipotesis alternatif:

H_a: Terdapat perbezaan seerti antara kesan pembajaan biochar dan baja najis ayam ke atas pertumbuhan vegetatif dan penghasilan pokok jagung manis Thai Supersweet

2) Hipotesis null:

H_0 : Tiada perbezaan seerti antara kesan pembajaan biochar dan baja najis ayam ke atas kesuburan tanah Silabukan.

Hipotesis alternatif:

H_A : Terdapat perbezaan seerti antara kesan pembajaan biochar dan baja najis ayam ke atas ke atas kesuburan tanah Silabukan.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Jagung Manis

2.1.1 Penerangan Botani Jagung Manis Thai Supersweet

Jagung manis Thai Supersweet tergolong dalam genus *Zea* dalam keluarga Poaceae yang merupakan tanaman yang boleh melengkapkan kitaran hidup kurang dari setahun, mempunyai daun yang berselang seli, batang yang berongga dan berdaun selari. Selain itu, tanaman ini berada di bawah kelas Liliopsida, order Cyperates dan kingdom Plantae kerana menjalankan proses fotosintesis dan mengandungi klorofil (Rhodes, 2009). Menurut Wong (1980), jagung manis Thai Supersweet adalah varieti komposit yang diperkenalkan dari Thailand pada 1980 dan kemudiaanya disyorkan untuk ditanam selepas beberapa penilaian.

2.1.2 Morfologi Jagung

A) Sistem Akar

Menurut Wong (1992), radikel ialah bahagian pertama muncul daripada biji benih jagung yang bercambah dan memanjang untuk menjadi sebahagian akar anak benih dan dikenali sebagai akar-akar seminal. Akar seminal berfungsi untuk menyerap nutrient dan sebagai tunggak tetapi tidak kekal. Set kedua akar terdiri daripada akar-akar kekal yang muncul dari bahagian mesokotil sebahagian akar anak benih yang dikenali sebagai 'crown' yang terletak beberapa ruas di atas biji benih asal. Set ketiga akar dikenali sebagai akar pengerut. Akar ini dihasilkan selepas kemunculan bunga jantan dan terbentuk daripada ruas pertama di atas permukaan tanah. Akar-akar ini akan bercabang dengan cepat apabila memasuki tanah dan bertindak sebagai penyokong pada pokok. Selain itu, akar ini juga membantu akar-akar lain dalam pengambilan nutrien.



B) Daun

Setelah munculnya plumul, pokok-pokok jagung terus mengeluarkan daun-daun baru secara akropetal hingga ke peringkat pendebungaan. Pada peringkat ini, jumlah bilangan daun telah ditentukan untuk setiap pokok. Walaupun setiap pokok menghasilkan sejumlah 14-24 helai daun sepanjang jangka hayatnya, hanya 10-15 daun yang tinggal pada peringkat pendebungaan kerana daun yang dihasilkan pada peringkat pertumbuhan awal akan bertukar menjadi perang, kering dan terhimpun di bahagian bawah batang. Di samping itu, batang jagung akan membesar dan berkembang dengan pantas sebelum berbunga. Daun-daun ini bersusun secara berselang seli di dalam satu satah. Setiap daun mempunyai lamina dan pelepah yang membaluti batang dengan rapat (Wong, 1992).

C) Batang

Batang jagung tidak bercabang dan tingginya berbeza-beza mengikut jenis jagung antara 1.5-3.0m. Tanaman jagung manis Thai Supersweet boleh mencapai ketinggian sehingga 2.0m (Wong, 1992). Batang jagung berbentuk silinder dan dibahagi kepada beberapa ruas. Tanaman jagung mempunyai kira-kira antara 8-21 ruas. Ruas yang terdapat di daun keempat tidak akan memanjang manakala yang berada pada bawah daun keenam, ketujuh dan kelapan akan memanjang sehingga 25, 50 dan 90 sm.

2.1.3 Peringkat Tumbesaran dan Perkembangan Tanaman Jagung

Tanaman jagung manis Thai Supersweet biasanya mengambil masa 76 hari untuk melengkapkan kitarannya dari peringkat percambahan sehinggalah ke peringkat matang (Jabatan Pertanian Perak, 2015). Menurut Zaharah H., (1986), peringkat tumbesaran dan perkembangan tanaman jagung adalah seperti berikut;

A) Peringkat Percambahan

Pada peringkat ini, benih jagung memerlukan keadaan tanah yang lembab bagi mendapatkan bekalan air untuk memulakan proses percambahan. Setelah itu, benih-benih akan mengeluarkan radikel dalam masa 2-3 hari dan seterusnya mengeluarkan plumul. Plumul ini terkandung di dalam selaput yang disebut koleoptil yang dapat menembusi tanah (4-10) hari selepas menanam dan akan pecah dan menampakkan pucuk (Zaharah, 1986).

B) Peringkat Tumbesaran Vegetatif

Semasa peringkat ini, anak-anak benih mula mengeluarkan akar serta daun. Pembentukan daun boleh dilihat dalam masa 4-5 minggu yang pertama dan pada masa ini hanya beberapa daun yang kelihatan. Peringkat ini akan menentukan jumlah daun yang akan keluar nanti (Zaharah, 1986).

C) Peringkat Pembentukan Bunga Jantan dan Tongkol Jagung

Menurut Zaharah (1986), peringkat ini berlaku kira-kira 40-50 hari selepas menanam, bunga jantan mula terbentuk dan diikuti oleh tongkol jagung. Sebanyak 8-10 daun akan kelihatan dan biasanya ketinggian pokok akan mencapai paras lutut. Selepas itu, pokok jagung akan membesar dengan pantas dan memerlukan lebih banyak nutrien daripadanya sebelumnya. Saiz tongkol jagung dan bilangan baris bijian pada setiap tongkol serta bilangan bijian sebaris akan ditentukan pada masa ini.

D) Peringkat Pendebungaan

Peringkat ini berlaku setelah selesai tumbesaran tampang di mana bunga jantan akan kelihatan. Pendebungaan boleh berlaku dalam masa kira-kira seminggu dan akan terhenti sekiranya keadaan terlalu basah atau kering dan akan diteruskan semula apabila keadaan cuaca pulih (Zaharah, 1986). Tongkol jagung biasanya akan kelihatan beberapa hari selepas bunga jantan terbit. Setiap tongkol jagung mengeluarkan 750-1000 ovul yang berpotensi menjadi butiran. Pendebungaan merupakan proses paling penting dalam pengeluaran jagung, kegagalan pendebungaan mengakibatkan hasil tanaman jagung manis merosot. Tongkol yang tidak mendapat pendebungaan sepenuhnya akan menjadi tongkol yang tidak padat dengan butiran.

E) Peringkat Tumbesaran Bijian dan Kematangan

Selepas pendebungaan, rerambut akan layu dan kelihatan keperangan. Tongkol jagung juga akan mencapai saiz yang maksimum apabila butiran jagung kelihatan berair. Pada peringkat ini juga keseluruhan aktiviti pokok tertumpu pada penyimpanan makanan di dalam butiran. Selepas ini, berat kering butiran bertambah dengan pesat diikuti oleh penurunan kandungan air kira-kira 6 minggu selepas pendebungaan. Antara tanda-tanda

RUJUKAN

- Agno, A. O. dan Awu, J. A. 2005. Effect of Animal Manures on Selected Soil Chemical Properties (1). *Nigerian Journal of Soil Science* **15**: 14-19.
- Amos, H. O. 2013. Effect of Chicken Manure on The Performance of Vegetable Maize (*Zea mays var saccharata*) Under Irrigation. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, **1(12)**: 4-6.
- Ariffin B, Bono A. and Januan J. 2006. The Transformation of Chicken Manure into Mineralized Organic Fertilizer. *Journal of Sustainability Science and Management* **1(1)**: 58-63.
- Atkinson, C.J., J.D. Fitzgerald, and N.A. Hipps. 2010. Potential Mechanisms for Achieving Agricultural Benefits from Biochar Application to Temperate Soils: *A Review. Plant Soil* **337**: 1-18.
- Bavani, N. 2010. Saptial Variability of Soil Total Nitrogen and Available Phosphorus in Selected Area at University Malaysia Sabah Campus in Sandakan. Bachelor of Science Dissertation. University Malaysia Sabah.
- Barbieri, P. A., H. E. Echeverria, H. R. S. Rozas, and F. H. Andrade. 2008. Nitrogen Use Efficiency in Maize as Affected by Nitrogen Availability and Row Spacing. *Agron. J.* **100**:1094-1100.
- Bruns, H. A. and C. A. Abel. 2003. Nitrogen Fertility Effect on Bt α -endotoxin and Nitrogen Concentrations of Maize During Early Growth. *Agron. J.* **95**:207-211.
- Buletin Teknologi Mardi. 2012. Jagung Manis Hibrid Baharu Hibridmas.
- Chan, K., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie, and S. Joseph. 2007. Agronomic Values of Greenwaste Biochar as a Soil Amendment. *Aust. J. Soil Res.* **45**: 629-634.
- Chan, K. Y., Van Zwieten, B. L., Meszaros, I., Downie, D. & S. Joseph. 2008. Using Poultry Litter Biochar as a Soil Amendments. *Australian Journal of Soil Research.* **46**:437-444.
- Chan, K. Y., Xu, Z., 2009. Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement. In :(Eds. Lehmann, J. & Joseph, S.), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan.
- Chang, J. H. 1981. Corn Yield in Relation to Photoperiod, Night Temperature, and Solar Radiation. *Agric. Metereol.* **24**:253-262.
- Chapman, H.D. 1965. Cation-exchange capacity. In: *C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis - Chemical and microbiological properties. Agronomy.* **9**:891-901.

- Delin, S. 2004. Within-field Variations in Grain Protein Content: Relationships to Yield and Soil Nitrogen Consistency in Maps Between Years. *Precis. Agric.* **5**:565-577.
- Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The Effects of Soil Moisture Stress at Different Stages on Development and Yield of Corn. *Agron. J.* **52**:272:274.
- Dey, S. C. 2010. *Fruit Growing in Pots*. India: Agrobios Publisher. pp: 100-105.
- Elad, Y., D. Rav David, Y. Meller Harel, M. Borenshtein, H. Ben Kalifa, A. Silber, and E.R. Graber. 2010. Induction of Systemic Resistance in Plants by Biochar, A Soil-applied Carbon Sequestering Agent. *Phytopathology* **100**:913-921.
- Fageria, N. K. & Baligar, V. C. 2005. Enhancing Nitrogen Use Efficiency in Crop Plants. *Advances in Agronomy.* **88**: 97 - 185.
- FFTC Publication database. 1998. Food and Fertilizer Technology Centre Taiwan Microbial and Organic Fertilizers in Asia.
- FitzPatrick, E. A. 1986. *An Introduction to Soil Science, 2nd edition*. Singapore: Longman Singapore Publishers Pte Ltd.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2000. Soil Classification: Acrisol.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2004. Chapter 2. Agro-ecological Zones.
- Glaser, B. 2007. Prehistorically Modified Soils of Central Amazonia: A Model for Sustainable Agriculture in the Twenty-first Century. *Philosophical Transactions of the Royal Society-Biological Sciences.* **362**: 1428.
- Griffin, T. 2008. Soil Organic Matter. <http://extension.umaine.edu/publications/2288e/>. Access on 24 February 2014.
- Grossman, J. M., B. E. O'Neill, S. M. Tsai, B. Liang, E. Neves, J. Lehmann, and J. E. Thies. 2010. Amazonian Anthrosols Support Similar Microbial Communities That Differ Distinctly From Those Extant in Adjacent, Unmodified Soils of The Same Minerology. *Microb. Ecol.* **60**: 192-205.
- Havlin, J. L., Beaton J.L., Nelson S.L., Nelson W. L. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. In: *An Introduction to Nutrient Management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Herrero, M.P., and R.R. Johnson. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. *Crop Sci.* **21**:105-110.
- Hoitink, H.A.J., A.G. Stone, and D.Y. Han. 1997. Suppression of Plant Diseases by Composts. *Hortscience* **32**:184-187.
- International Plant Nutrition Institute (IPNI). 2011c. Winners of IPNI 2010 Crop Nutrient Deficiency Photo Contest Norcross, GA.

IOWA State University Seed Testing Laboratory. 2014. Seed Germination Tests:

<http://www.seeds.iastate.edu/seedtest/testing.html>. Access on 15 March 2015.

Islami, T., Guritno, B., Nurbasuki & Suryanto, A. 2011b. Biochar for Cassava Based Cropping System in The Degraded Lands of East Java, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*. **49**: 40- 46.

Ismail E., A. B., Aminuddin. Y., Zaki, G. dan Gopinathan, B. 1984. Kesesuaian Tanaman Jagung di Semenanjung Malaysia in: Teknologi Pertanian., MARDI **5(2)**: 206-15.

Jabatan Pertanian Perak, Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia. 2015
Jabatan Pertanian Pulau Pinang, Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia. 2015.

Keeney, D. R.1987. Nitrate In Ground Water-agricultural Contribution and Control. In *Proceedings of the Conferens on Agricultural Impacts on Ground Water*, Omaha, NE, August 11-13, 1986. National Water Association, Dublin, OH, pp. 329-351.

Kogram, C., Mannekao, S., Poosri, B. 2002. Influence of Chicken Manure on Cassava Yield and Soil Properties. *In: Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science*, August 14-21, 2002, Thailand, **723**: 1-7.

Lehman, J., da Silva Jr., J. P. , Steiner, C., Nehls, T., W. and Glaser B. 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant Soil*, **249**:343-357.

Lehmann, J., Steiner, C., Nehls. 2011. Biochar Effects on Soil Biota: A Review. *Soil Biol. Biochem*. **43**:1812-1836.

Ligunjang, C. 2010. Spatial Variability of Soil pH, Exchangeable Potassium, Calcium and Magnesium of a selected Area at University Malaysia Sabah Campus in Sandakan. Bachelor of Science Dissertation. University Malaysia Sabah.

Lorens, G. F., J. M. Bennett, and L. B. Loggale. 1987. Differences in Drought Resistance Between Two Corn Hybrids. II. Component Analysis and Growth Rates. *Agron. J.* **79**:808-813.

Miao, Y., D. J. Mulla, J. A. Hennandez, M. Wiebers, and P. C. Robert. 2007. Ptential Impact of Precision Nitrogen Management on Corn Yield, Protein Content, and Test Weight. *Soil Sci. Soc. Am.J.* **71**:183-193.

- Major, J., J. Lehmann, M. Rondon, and C. Goodale. 2010a. Fate of Soil-applied Black Carbon: Downward Migration, Leaching and Soil Respiration. *Global Change Biology* **16**: 1366-1379.
- Major J, Rondon M, Molina D, Riha SJ, Lehmann J. 2010b. Maize Yield and Nutrition After 4 Years of Doing Biochar Application to a Colombian Savanna Oxisol. *Plant Soil* **333**:117-128.
- Meller Harel, Y., Y. Elad, D. Rav-David, E. Cytrin, D. Ezra, M. Borenstein, R. Shulchani, B. Lew, and E.R. Graber. 2012. Biochar Mediates Systemic Response of Strawberry to Foliar Fungal Pathogens. *Plant Soil and Soil* **357**:245-257.
- Modi, A. T. and N. M. Asanzi. 2008. Seed Performance of Maize on Response to Phosphorus Application and Growth Temperature is Related to Phytate-phosphorus Occurrence. *Crop Sci.* **48**:286-297.
- Mubarak A. R., Rosenani A. B., Zauyah S. D., Anuar A. R. 2003a. Effect of Incorporation of Crop Residues on a Maize – Groundnut Sequence in The Humid Tropics. *II: Soil Properties, Journal of Plant Nutrition* **26**:2343-2364.
- Murphy, J. and Riley, J. 1962. A Modified Single Solution for the Determination of Phosphate in Natural Waters. *Anal. Chim. Acta* **27**: 31-6
- Mutegi, E., Kung'u, J., Muna, M., Pieter, P. and Mugendi, D. 2012. Complementary Effects of Organic and Mineral Fertilizers on Maize Production in The Smallholder Farms of Meru South District, Kenya. *Agricultural Sciences*, **3**:221-229.
- Neal, J. 1997. Greenhouse Weed Control. *NC Cooperative Extension Resources*.
<http://content.ces.ncsu.edu/greenhouse-weed-control/>. Access on 12 April 2015.
- Nottidge D. O., Ojenlyl S. O., and Asawalam D. O 2005. Comparative Effect of Plant Residues and NPK Fertilizer on Nutrient Status and Yield of Maize in a Humid Ultisols. *Nigerian J. Soil Sci* **15**:1-8.
- Nurhajati Hakim, Agustian and S. Yasin. 1989. Effects of Lime, Fertilizers, and Crop Residues on Production and Nutrient uptake of Upland Rice, Soybean and Maize Intercropping System. In. Van der Heide (ed.). *Proceeding of the International Symposium Nutrient Management for Food Crops Production in Tropical Farming System. 19-24 October 1987 in Malang Indonesia*. **49**: 134-139.
- Olson, K. 2009. Taking a Soil Sample. *University of Minnesota*.
<http://www.extension.umn.edu/agriculture/crops/taking-a-soil-sample/>. Access on 1st May 2015.

- Onken, A. B., R. L. Metheson, and D. M. Nesmith. 1985. Fertilizer Nitrogen and Residual Nitrate-nitrogen Effects on Irrigated Corn Yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **49**:134-139.
- Panda, S. C. 2010. *Maize Crop Science*. India: Agrobios Publisher pp:1170119.
- Pengarah Pemetaan Negara. 1974. Sabah. Skala 1:250,000. Lembaran NB 50-11.
- Rhodes, D. 2009. Hort410 - Vegetable Crops (Sweetcorn). *Purdue University*.
<http://www.hort.purdue.edu/rhodcv/hort410/sweetc/sw00002.htm>. Access on 20 April 2015.
- Ritchie, S. W., J. J. Hanway, and G. O. Benson. 1997. How A Corn Plants Develops. Spec. Rep. 48. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, Ames, IA.
- Robertson, S. 2011. Direct Estimation of Organic Matter by Loss. *SFU Soil Science Lab*.
http://www.sfu.ca/soils/lab_documents/Estimation_Of_Organic_Matter_By_LOI.pdf
 . Access on 11 April 2015.
- Ross, B. H. 2009. Soil Sample Preparation and Extraction. *Recommended Soil Testing Procedures of the Northeastern United States*.
<http://extension.udel.edu/lawngarden/files/2012/10/CHAP2.pdf>. Access on 3rd May 2015
- Schegel, A. J. and J. L. Havlin. 1995. Corn Response to Long Term Nitrogen and Phosphorus Fertilization. *J. Prod. Agric.* **8**:181-185.
- Shamshuddin, J., I. Che Fauziah, Sharifuddin and H.A.H. 1991. Effects of Limestone and Gypsum Applications to a Malaysian Ultisols on Soil Solution Composition and Yield of Maize and Groundnut. *Plant and Soil*. **134**: 45-52.
- Smith, J.L., H.P. Collins, and V.L. Bailey. 2010. The Effect of Young Biochar on Soil Respiration. *Soil Biol. Biochem.* **42**:2345-2347.
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macedo, J. L. V., Blum, W. E. H., & Zech, W. 2007. Long Effect of Manure, Charcoal and Mineral Fertilization on Crop Production and Fertility on Highly Weathered Central Amazonian Upland Soil. *Plant Soil*, **291**:275-290.
- Vitousek, P. M., Aber, J. D., Howarth, R. W., Likens, G. E., Matson, P. A., Schindler, D. W., Schlesinger, W. H. and Tilman, D. G. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences. *Ecological Applications* **7**:737-750.
- Warman, P.R. 1986. The Effect of Fertilizer, Chicken Manure and Dairy Manure on Timothy Yield, Tissue Composition and Soil Fertility. *Agricultural Wastes* **18**: 289-298

- Widowati, W. U. 2012. The Effect of Biochar on The Growth and N Fertilizer Requirement of Maize (*Zea Mays L.*) in Greenhouse Experiment. *Journal of Agricultural Sciences*, **1**:255-257.
- Wilson, J. H., M. S. J. Cloves, and J. C. S. Allison. 1973. Growth and Yield of Maize at Different Altitudes in Rhodesia. *Ann. Appl. Biol.* **73**:77-84.
- Wong, L. J. 1980. Performance of Maize Varieties. Rujuk Foster (1980).
- Wong, L. J. 1992. Morfologi dan Varieti-Varieti Jagung. In: Penanaman jagung, (Laporan Khas)
- Yuan, J. H. and R. K. Xu. 2011. The Amelioration Effects of Low Temperature Biochar Generated From Nine Crop Residues on an Acidic Ultisols. *Soil Use and Management*. **27**: 110-115.
- Zaharah, H. 1986. Yield Losses in Maize and Groundnut Due to Waterlogging. *Teknol. Pelbagai Tanaman*, MARDI **2**: 11-6.