

IMPAK DUA JENIS HERBISID TERHADAP KEPELBAGAIAN
MIKROORGANISMA TANAH

SITI ROHANI SAFEI

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: IMPAK PUA HERBISID TERHADAP KEPELBAGAIAN

MIKROORGANISMA TANAH

Ijazah: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUIJIAN

SESI PENGAJIAN: 2004-2007

Saya SITI ROHANI SAFEI

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

4. **Sila tandakan (/)

SULIT

TERHAD


TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

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

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 231-B KAMPUNG TELAGA,
21700 KUALA BERANG, TERENGGANGU

DR. YUN LEONG WAN

Nama Penyalia

Tarikh: 24/4/07

Tarikh: 24/04/07

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikolaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

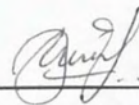
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

19 Mac 2007



SITI ROHANI SAFEI

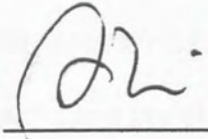
HS2004-2903



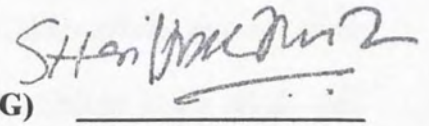
DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA**(DR. VUN LEONG WAN)**

2. PEMERIKSA 1**(DR. KAWI BIDIN)**

3. PEMERIKSA 2**(CIK KAMSIA BUDIN)**

4. DEKAN**(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG)**



PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat Illahi kerana dengan izinNya dapat juga saya menyiapkan projek tahun akhir ini seperti mana yang telah ditetapkan oleh pihak Universiti Malaysia Sabah.

Di sini, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Dr. Vun Leong Wan selaku penyelia yang telah memberi kerjasama yang baik dan nasihat di sepanjang projek ini dijalankan. Tidak lupa juga kepada Cik Kamsia Budin selaku penyelaras projek tahun akhir yang telah prihatin dan memberi panduan dalam projek ini.

Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada pelajar master, Cik Ho Chin Fong dan juga pembantu makmal iaitu En. Neldyn, En. Shaufie dan En. Jeffry serta semua kakitangan yang terlibat dalam usaha menyiapkan projek ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih kepada semua ahli keluarga dan rakan-rakan tersayang. Terima kasih sekali lagi, dan hanya Allah SWT sahaja dapat membalasnya.

Siti Rohani safei

Mac 2007



ABSTRAK

Kajian ini adalah untuk mengkaji kesan herbisid Hextar Paraquat 13 dan Powex ke atas kepelbagaian mikroorganisma tanah. Dua kepekatan digunakan bagi setiap herbisid iaitu pada kepekatan yang disyorkan (K1) dan kepekatan ditingkatkan satu kali ganda daripada biasa digunakan dilapangan (K2). Data diperolehi melalui tiga persampelan iaitu pada hari pertama penyemburan (24 Januari 2007), satu minggu (31 Januari 2007) dan dua minggu (7 Februari 2007). Dua kaedah yang digunakan dalam kajian ini iaitu pengkulturan, dilihat dari bilangan koloni, dan penggunaan mikroplat GN2 melalui penguraian karbon yang digunakan oleh mikroorganisma tanah. Pengurangan dari segi diversiti dan bilangan koloni ditunjukkan melalui pengkulturan. Akan tetapi, perbezaan dari segi kepekatan hanya ditunjukkan dari segi bilangan koloni sahaja. Penggunaan substrak karbon oleh mikroorganisma juga berkurang bagi mikroplat GN2. Hasil yang diperolehi ini menunjukkan bahawa herbisid Paraquat dan Powex memberi kesan negatif kepada diversiti dan bilangan koloni mikroorganisma. Kepekatan herbisid yang berbeza juga menunjukkan kesan yang berbeza kepada mikroorganisma tanah. Pengaplikasian pestisid kepada tanah menunjukkan salah satu faktor pengurangan mikroorganisma tanah.

Kata kunci: Mikroplat GN2, karbon, herbisid.



IMPACTS TWO HERBICIDES ON SOIL MICROBIAL DIVERSITY

ABSTRACT

This research is carried out to determine the effects of Hextar Paraquat 13 and Powex herbicides on soil microbial diversity. The research is conducted in laboratory SST and two concentrations are used for each herbicide which is the recommended concentration that was generally used in agriculture and the 1x concentration higher than using in agriculture. The data is collected by three sampling first day after herbicide application (27 January 2007), one week (31 January 2007) and two weeks later (7 February). Two methods are used in this research which are culturing, by looking at the richness of microorganism and microplate GN2 by utilization of carbon sources. The decrease in diversity and the richness of microorganism are showed by culturing. The difference between two concentrations is only showed by the richness of microorganism. Utilization of carbon subtracts by microorganisms also decrease in microplate GN2. This result showed that Hextar Paraquat 13 and Powex herbicides have a significant effect on soil microbial diversity.

Keywords: Microplate GN2, carbon, herbicide



KANDUNGAN**Muka Surat**

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	4
1.3 Kepentingan Kajian	4
1.4 Skop Kajian	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Diversiti Mikroorganisma Tanah	6
2.2 Fungsi-Fungsi Mikroorganisma Tanah	8
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Mikroorganisma Tanah	10



2.4 Pestisid	
2.4.1 Definisi Pestisid dan Kegunaannya	12
2.4.2 Pengelasan Pestisid	13
2.4.3 Ciri-ciri Pestisid	15
2.5 Herbisid Hextar Paraquat 13 dan Powex	17
2.6 Kesan Pestisid Terhadap Mikroorganisma Tanah	18
2.7 Pengukuran Diversiti Mikroorganisma Tanah	
2.7.1 Kaedah Molekul	20
2.7.2 Kaedah Biokimia	21
2.7.3 Pengukuran diversiti dengan BIOLOG	23

BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH

3.1 Persampelan	
3.1.1 Lokasi Persampelan	25
3.1.2 Cara Persampelan	26
3.2 Bahan dan Radas	
3.2.1 Senarai Bahan dan Radas	27
3.2.2 Penyediaan Alat Radas	28
3.3 Analisis Makmal	
3.3.1 Pengkulturan	28
3.3.2 BIOLOG	30



BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1 Pengkulturan	32
4.1.1 Diversiti	33
4.1.2 Kekayaan	36
4.2 Analisis Biolog	
4.2.1 Analisis Mikroplat GN2 secara Keseluruhan	38
4.2.2 Analisis Mengikut 10 Karbon Terpilih	41

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan	50
5.2 Cadangan	51
RUJUKAN	52
LAMPIRAN	57



SENARAI JADUAL

	Muka Surat
2.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi aktiviti, ekologi dan populasi dinamik mikroorganisma dalam tanah	10
2.2 Pengelasan beberapa jenis pestisid yang utama berdasarkan organisma perosak atau sasaran	14
2.3 Pengkelasan beberapa jenis pestisid mengikut sifat-sifat kimia	14
2.4 Pengelasan pestisid mengikut ketoksikannya (saranan WHO)	15
2.5 Jadual 2.5 Tekanan wap bagi pestisid	16
2.6 Kerpersediaan pestisid	16
2.7 Tahap K_{ow} bagi pestisid	16
2.8 Kesan bukan sasaran bagi pestisid terhadap mikroorganisma tanah	18
2.9 Kebaikan dan keburukan kaedah biokimia	22
2.1 Kebaikan dan keburukan kaedah molekul	26
3.1 Kadar penggunaan pestisid di yang disyorkan	26
3.2 Kadar pencairan yang digunakan untuk kajian ini	26
3.3 Senarai bahan dan radas yang digunakan dalam analisis makmal	27
4.1 Hasil pengkulturan sampel tanah bagi persampelan pertama (28.01.07)	34
4.2 Hasil pengkulturan sampel tanah bagi persampelan kedua (31.01.07)	35
4.3 Hasil pengkulturan sampel tanah bagi persampelan ketiga (07.02.07)	36
4.4 Jumlah penguraian substrak (karbon) oleh mikroorganisma	40
4.5 Bacaan OD bagi persampelan pertama	43
4.6 Bacaan OD bagi persampelan kedua	46



4.7 Bacaan OD bagi persampelan ketiga 48



SENARAI RAJAH

	Muka surat
3.1 Lokasi sampel-sampel tanah diletakkan	25
4.1 Hasil pengkulturan bagi ketiga-tiga persampelan	38
4.2 Bacaan OD bagi mikroplat GN2 bagi analisis keseluruhan	40
4.3 Bacaan OD bagi persampelan pertama	44
4.4 Bacaan OD bagi persampelan kedua	46
4.5 Bacaan OD bagi persampelan ketiga	48



SENARAI SIMBOL

mg miligram

°C darjah celcius

cm sentimeter

km kilometer

ml mililiter

L liter

LD₅₀ Lethal Dose kepada 50% organisma yang diuji

WHO World Health Organization



SENARAI LAMPIRAN

Muka surat

LAMPIRAN A	Prosedur penyediaan media nutrient agar	57
LAMPIRAN B	Prosedur pencairan dan penyebaran	58
LAMPIRAN C	Contoh-contoh hasil pengkulturan	59
LAMPIRAN D	Substrak-substrak karbon dalam mikroplat GN2	60
LAMPIRAN E	Keputusan daripada penggunaan mikroplat GN2	61



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pertanian merupakan aktiviti yang telah berkembang sejak 11,000 tahun dahulu. Setelah bermulanya Revolusi Perindustrian pada tahun 1600, penggunaan mesin mula dipraktikkan oleh petani-petani untuk proses bercucuk tanam dan menuai dan ini menyebabkan berlakunya peningkatan pengeluaran makanan secara drastik (Chrispeels dan Sadava, 1994).

Aktiviti pertanian juga merupakan salah satu aktiviti yang penting bagi negara yang membangun seperti negara kita, Malaysia, yang menyumbang kepada sektor ekonomi negara. Negeri Sabah merupakan salah satu pengeluar utama sayur-sayuran di Malaysia. Industri sayuran di Sabah secara keseluruhannya disumbangkan oleh peladang kecil-kecilan dan besar-besaran. Terdapat dua jenis sayuran yang diusahakan iaitu sayuran daun dan sayuran buah. Antara jenis sayuran daun yang ditanam ialah bayam, cekur manis, daun bawang, kailan, kangkung, kobis bulat, salad, sawi bunga, sawi putih, sawi pahit dan sawi Jepun. Manakala, jenis sayuran buah pula ialah bendi, cili merah,



kacang buncis, kacang panjang, peria, petola, timun, terung dan tomato (Jabatan Pertanian, 2004)

Peningkatan dalam sektor pertanian seterusnya membawa peningkatan kepada industri pestisid, yang mana ia digunakan sebagai kawalan serangga. Penggunaan pestisid ini juga dapat meningkatkan penghasilan dan produktiviti bagi tanaman (Locke & Zablutowicz, 2004). Penggunaan bahan kimia pestisid sebagai kawalan haiwan perosak seperti rumpai, serangga, rodensia, nematoda, fungi dan bakteria telah digunakan sejak akhir kurun ke 19, apabila semburan Bordeaux digunakan buat pertama kalinya oleh Millardet sebagai fungisid untuk mengawal kulapuk pada anggur. Perkembangan dan penggunaan pestisid ini menjadi semakin meluas sebagaimana meningkatnya teknologi penggunaan dan penghasilan, dan seterusnya menyebabkan ia menjadi satu bahan yang penting untuk sumber pengurusan (Locke & Zablutowicz, 2004).

Namun begitu, peningkatan penggunaan pestisid juga menimbulkan banyak persoalan yang berkaitan kesannya terhadap kesihatan manusia dan persekitaran. Masalah melibatkan pestisid telah timbul, di mana ia boleh menyebabkan pencemaran udara, tanah, dan sumber air, gangguan terhadap rantaian makanan dan keseimbangan ekosistem. Kesannya terhadap persekitaran mungkin disebabkan oleh sukatan yang digunakan adalah terlalu tinggi daripada yang disyorkan, berlaku tumpahan ataupun asalnya telah lama berada di dalam tanah (Locke & Zablutowicz, 2004). Jadi, penilaian kualiti tanah bagi pertanian yang melibatkan hubungan di antara pestisid dengan tanah dan kehidupan dalam tanah patut diketahui kerana tanah merupakan sumber pertanian yang amat penting.



Oleh itu, kajian mengenai impak-impak pestisid terhadap kepelbagaian mikroorganisma tanah perlulah dilakukan.

Namun, kajian mengenai impak-impak pestisid terhadap diversiti mikrob tanah ini adalah jarang dilakukan di negara kita, khususnya di negeri Sabah. Di Sabah, Kundasang merupakan salah satu tempat pertanian yang sesuai untuk mengendalikan kajian ini kerana penggunaan pestisidnya yang sangat meluas. Pestisid yang paling popular digunakan di Kundasang ialah jenis organofosfat (Kamaruddin *et al.*, 1995) dan kebanyakannya tergolong dalam kumpulan insektisid.

Secara umumnya, penggunaan organofosfat dalam bidang pertanian telah meningkat menggantikan organoklorin. Ini disebabkan oleh keberkesanannya tinggi dan jangka masanya dalam persekitaran adalah singkat. Ia hanya wujud dalam tanah untuk tempoh beberapa minggu sahaja (Kamaruddin *et al.*, 1995). Terdapat kajian dilakukan oleh Ibekwe *et al.* (2001) dan Gomez *et al.* (1999) mengenai impak pestisid methyl bromida (MeBr) terhadap mikroorganisma tanah dan hasil daripada kajian tersebut, mereka mendapati pestisid ini boleh mendatangkan kesan negatif kepada populasi mikroorganisma tanah ini iaitu boleh mengurangkan populasi mikroorganisma.



1.2 Objektif

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui impak pestisid terhadap diversiti mikroorganisma tanah iaitu dengan;

1. Mengkaji perbandingan di antara jumlah koloni mikroorganisma bagi tanah yang menggunakan pestisid Hextar Paraquat 13 dan Powex dengan tanah tanpa pestisid.
2. Menentukan perbezaan di antara dua kepekatan herbisid Hextar Paraquat 13 dan Powex yang berbeza.

1.3 Kepentingan Kajian

Melalui kajian ini, kualiti tanah di kawasan kajian yang dikaji dapat diketahui. Sebenarnya, tanah yang subur bukan sahaja melibatkan penyediaan persekitaran fisiokimia yang baik untuk nutrisi dan pertumbuhan tumbuhan, tetapi juga persekitaran biotik yang baik untuk membolehkan tumbuhan menghalang penyakit. Tanah yang subur juga menggambarkan keseimbangan di antara komuniti mikroorganisma dan seterusnya, penyakit dapat dihindari (Alabouvette *et al.*, 2004). Jadi, kepelbagaian mikroorganisma boleh dianggap sebagai petunjuk biologi bagi menentukan kualiti tanah. Daripada kajian ini juga, kepekatan herbisid yang optimum yang sesuai untuk pertanian, di mana tidak mengancam diversiti mikroorganisma tanah dapat diketahui.



1.4 Skop Kajian

Kajian ini hanya dilakukan di makmal dan dua jenis herbisid digunakan iaitu Hextar Paraquat dan Powex. Pengukuran diversiti mikroorganisma tanah hanya menggunakan kaedah pengkulturan dan BIOLOG sahaja.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Diversiti Mikroorganisma Tanah

Tanah merupakan mikrohabitat yang kompleks dan dinamik. Populasi mikroorganisma tanah adalah pelbagai. Satu gram tanah mengandungi lebih daripada bilion mikroorganisma yang kemungkinannya terdiri daripada ribuan spesies yang berlainan (Torsvik & Øvreås, 2002). Kepelbagaian mikroorganisma melibatkan kepelbagaian genetik, iaitu jumlah dan taburan maklumat genetik dalam spesies mikrob; kepelbagaian spesies bakteria dan kulat dalam komuniti mikroorganisma dan kepelbagaian ekologi, iaitu variasi dalam struktur komuniti, interaksi yang kompleks, bilangan aras trofik, dan bilangan kumpulan berfungsi (Nannipieri *et al.*, 2003). Mikroorganisma ini dapat dikategorikan kepada lima kumpulan besar taksonomi iaitu alga, bakteria, fungi, protozoa dan virus (Hurst, 1997). Menurut Alabouvette *et al.*, (2004) pula, biomass mikrob tanah bukan sahaja diseliputi oleh bakteria dan kulat, tetapi juga protozoa, alga, nematoda dan mikroantropoda. Bacteria dan kulat merupakan komponen besar biomas mikroorganisma, tetapi kiraan biomasnya meliputi pelbagai. Mikroorganisma tanah boleh dikategorikan kepada dua jenis iaitu boleh dikultur dan tidak boleh dikultur. Kira-kira 1% populasi



bakteria tanah boleh dikulturkan melalui teknik di makmal manakala, sekurang-kurangnya 99% bakteria yang boleh dilihat menerusi mikroskop tidak dapat dikulturkan (Jennifer *et al.*, 2004).

Terdapat dua strategi dalam mengkaji mikroorganisma tanah ini iaitu dari segi kepelbagaian dan juga komuniti mikroorganisma. Kepelbagaian dilihat dari segi jumlah yang berlainan jenis atau spesies yang tinggal dalam satu habitat. Manakala, komuniti struktur melibatkan maklumat kuantitatif pada sejumlah individu yang berlainan kumpulan fisiologinya. Kajian kepelbagaian dapat memperolehi maklumat tentang jenis mikroorganisma yang hadir, tetapi tidak mendedahkan mengenai kepentingan mikroorganisma tersebut di dalam tanah dan juga peranan mereka. Kajian mengenai struktur komuniti pula, adalah untuk sebab metodologi dan lebih tertumpu terhadap beberapa spesies yang lebih banyak dan spesies tertentu sahaja (Liesack *et al.*, 1997).



2.2 Fungsi-Fungsi Mikroorganisma Tanah

Aktiviti mikroorganisma merupakan satu istilah untuk menunjukkan lingkungan aktiviti meluas yang dilakukan oleh mikroorganisma dalam tanah iaitu, bukan sahaja melibatkan aktiviti biologi yang bukan sahaja merangsang aktiviti-aktiviti mikroorganisma, tetapi juga organisma lain dalam tanah, termasuklah akar tumbuhan (Nannipieri *et al.*, 2003). Kajian menunjukkan terdapat mikroorganisma yang terlibat dengan kitaran karbon dan nitrogen.

Menurut Buckley dan Schmidt (2002), proses nitrifikasi dan dinitrifikasi dipengaruhi oleh perubahan komposisi komuniti mikroorganisma dalam tanah. Bakteria autotrofik pengoksidaan ammonia seperti *Nitrosomonas* bertanggungjawab dalam langkah awal dalam penukaran ammonia (komponen baja) kepada nitrat dalam kitaran nitrogen. Komposisi mikroorganisma dinitrifikasi juga boleh mempengaruhi jumlah dinitrifikasi dan nisbah nitrus oksida kepada gas nitrogen yang dihasilkan oleh tanah. Tambahan pula, mikroorganisma ini juga boleh mempengaruhi kesan perubahan pH tanah dan kandungan oksigen dalam proses dinitrifikasi.

Tortora *et al.* (2004) menyatakan bahawa dalam kitaran karbon, bakteria dan kulat memainkan peranan yang penting dalam penguraian bahan organik. Dalam proses penguraian ini, bahan organik tersebut akan dioksidakan dan gas karbon dioksida dikembalikan semula dalam kitaran.



Selain itu, terdapat komuniti mikroorganisma yang mengawal kitaran dan nutrien tanah yang tersedia ada, dan seterusnya boleh mempengaruhi komposisi dan struktur komuniti tumbuhan, contoh mikroorganisma pengikat nitrogen. Kebanyakan mikroorganisma ini melakukan hubungan simbiotik dengan tumbuhan dan seterusnya, menyumbang kepentingan nutrisi dan produktivi kepada tumbuhan tersebut. Simbiosis pengikatan nitrogen ini adalah melibatkan mikroorganisma dengan akar tumbuhan (Buckley & Schmidt, 2002). Akar tumbuhan ini menyediakan keadaan anaerobik dan nutrisi untuk mikroorganisma, manakala mikroorganisma ini akan mengikat nitrogen untuk bergabung dalam protein tumbuhan (Tortora *et al.*, 2004).

Menurut Matthews dan Alamy (2006), sumber genetik bagi mikroorganisma tanah boleh menyumbang kepada sumber antibiotik dalam bidang perubatan. Kebanyakan antibiotik diperolehi daripada mikroorganisma tanah yang boleh dikulturkan. Kajian daripada Gerard Wright, ahli biologi di Universiti McMaster, Ontario menunjukkan bahawa mikroorganisma tanah berkeupayaan untuk menghindar daripada serangan antibiotik. Setiap satu daripada 480 jenis *Streptomyces* yang Wright dapati daripada tanah, berupaya untuk terus hidup dalam tujuh atau lapan daripada 21 antibiotik yang hadir padanya (Matthews & Alamy, 2006). Ini menunjukkan mikroorganisma tanah bukan sahaja mempunyai fungsi terhadap tanah dan tumbuhan, tetapi juga menyumbang kepada bidang perubatan.



RUJUKAN

- Alabouvette, C., Backhouse, D., Steinberg, C., Donovan, N.J., Eldel-Hermann, V., dan Burgess, L.W. 2004. Microbial Diversity in Soil- Effects on Crop Health. Dlm: Schjøning, P., Elmholt, S. and Christensen, B.T. (pnyt.) *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture*. CAB International, London, ms.121-138.
- Bjørnlund, L., Ekulund, F., Christensen, S., Jacobsen, C.S., Krogh, P.H. dan Johnsen, K. 2002. Interaction between Saprophytic Fungi, Bacteria and Protozoa on Decomposing Wheat Root in Soil Influenced by Fungicide Fenpropimorph (Corbel®): A Field Study. *Soil Biology and Biochemistry* **32**, ms. 967-975.
- Buckley, D.H. dan Schmidt, T.M. 2002. Exploring the Biodiversity of Soil-A Microbial Rain Forest. Dlm: Staley, J.T. dan Reysenbach, A.L. *Biodiversity of Microbial Life: Foundation of Earth's Biosphere*. Wiley-Liss, New York.
- Cheremisinoff, N.P. dan Kng, J.A. 1994. *Toxic Properties of Pesticides*, Marcel Dekker, Inc, United States of America.
- Chrispeels, M.J. dan Sadava, D.J. 1994. *Plants, Genes and Agriculture*. Jones and Bartlett Publishers, London.
- Derry, A.M., Staddon, W.J., Kevan, P.G. dan Trevors, J.T. 1999. Functional Diversity and Community Structure of Micro-Organisms in Three Arctic Soils as Determined by Sole-Carbon-Source-Utilization. *Biodiversity Conservation* **8**, ms. 205–221.



- El Fantroussi, S., Verschuere, L., Verstaete, W. dan Top, E.M. 1999. Effect of Phenylurea Herbisid on Soil Microbial Communities Estimated by Analysis of 16S rDNA Gene Fingerprints and Comunity-Level Physiological Profiles. *Applied and Environmental Microbiology* **65**, ms.982-988.
- Garland, J.L. 1996. Analytical Approaches to the Characterization of Samples of Microbial Communities Using Pattern of Potential C Source Utilization. *Soil Biology and Biochemistry* **28**, ms.213-221.
- Gomez, F., Salmeron, V., Rodelas, B., Martinez-Toledo, M.V., dan Gonzalez-Lopez, J. 1998. Response of *Azospirillum brasilense* to Pesticides Bromopropylate and Methidathion on Chemically Defined Media and Dialyzed-Soil Media. *Ecotoxicology* **7**, ms. 43-47.
- Gomez, F., Martinez-Toledo, M.V., Salmeron, V., Rodelas, B. dan Gonzalez-Lopez, J. 1999. Influence of the Insectisides Profenofos and Diazinon on the Microbial Activities of *Azospirillum brasilense*. *Chemosphere* **39**, ms. 945-957.
- Handa, S.K., Agnihori, N.P. dan Kulshresta, G. 1999. *Pesticides Residue: Significance Management and Analysis*. Research Peridiocals and Book Publishing House, United States of America.
- Hackett, C.A dan Griffiths, B.S. 1997. Statiscal Analysis of the Time-Course of Substrate Utilization. *Journal of Microbiological Methods* **30**, ms.63-69.
- Harch, B.D, Correll, R.L., Meech, W. Kirkby, C.A. dan Pankhurst, C.E. 1997. Using the Gini Coefficient with BIOLOG Substrate Utilization Data to Provide an Alternative Quantitative Measure for Comparing Bacterial Soil Communities. *Journal of Microbial Methods* **30**, ms 91-101.



- Heuer, H. dan Smalla, K. 1997. Application of Denaturing Gradient Gel Electrophoresis and Temperature Gradient Gel Electrophoresis for Studying Soil Microbial Communities. Dlm: Elsas, J.D.V., Trevors, J.T. dan Wellington, E.M.H. (pnyt) *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, Inc, United States of America.
- Hurst, C.J. 1997. Introduction to Environmental Microbiology. Dlm: Hurst, C.J., Knudsen, G.R., Stetzenbach, L.D. dan Walter, M.V. (pnyt.) *Manual of Environmental Microbiology*. American Society Microbiology, United States of America, ms.3-13.
- Ibekwe, M.A., Papiernik, S.K., Gan, J., Yates, S.R., Yang, C. dan Crowley, D.E. 2001. Impacts of Fumingants on Soil Microbial Communities. *Applied and Environmental Microbiology* **67**, ms 3245-3257.
- Jabatan Pertanian, 2004. <http://agrolink.moa.my-12/9/2006>.
- Jennifer, L.K., Lee, A.B., Miranda, H., Peter, M., John, N.K., Hung, L. dan Jack, T.T. 2004. Methods of Studying Soil Microbial Diversity. *Journal of Microbiological Methods* **58**, ms.169-188.
- Kamaruddin Yusof, Siti Norazah Zulkifli, Kin Win Aye, Khin Mau, Perumal, U.R. dan Mohd Azman Abu Bakar, 1995. Environmental Health in Ranau, Sabah: The Impact of Farming and Mining Activities. *Control of Water Pollution Caused by Activities Shangri-La Tanjung Aru Resort*, Kota Kinabalu, Sabah.
- Kirk, J.L., Beaudette, L.A., Hart, M., Moutoglis, P., Klironomos, J.N., Lee, H. dan Trevors, J.T. 2004. Methods of Studying Soil Microbial Diversity. *Journal of Microbiological Methods* **58**, ms.169-188.



- Liesack, W., Janssen, P.H., Rainey, F.A., Ward-Rainey, N.L. dan Stackebrandt, E. 1997. Microbial Diversity in Soil: The Need for Combuned Approach Using Molecular and Cultivation Techniques. Dlm: Elsas, J.D.V., Trevors, J.T. dan Wellington, E.M.H. (pnyt) *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, Inc, United States of America, ms.375-439.
- Locke, M.A. dan Zablotowicz, R.M. 2004. Pesticides in Soil- Benefits and Limitations to Soil Heath. Dlm: Schjøning, P., Elmholt, S. and Christensen, B.T. (pnyt.) *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture*. CAB International, London, ms. 239-260.
- Matthews, D. dan Alamy, 2006. Discovery in Dirt. *Nature* **439**, ms. 384-386.
- Nannipieri, P., Ascher, J., Ceccherini, M.T., Landi, L., Pietramellara, G. dan Renella, G. 2003. Microbial Diversity and Soil Functions. *European Journal of Science* **54**, ms. 665-670.
- Noor Hashim Ismail, 1996. *Kesihatan Persekitaran*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Roy, N.K., 2002. *Chemistry of Pesticides*. CBS Publisher and Distributors, New Delhi.
- Sojka, R.E, James, A.E. dan Jeffry, J.F. 2006. The Influence of High Application Rates Polyacrylamide on Microbial Metabolic Potential in an Agricultural Soil. *Applied Soil Ecolgy* **32**, 243-252.
- Stotzky, G., 1997. Soil as a Environment for Microbial Life. Dlm: Trevors, J.T. dan Wellington, E.M.H. (pnyt) *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, Inc, United States of America, ms.1-20.
- Tate III, R.L., 2000. *Soil Microbiology*. Ed. ke-2. John Wiley & Sons, Inc, USA.



- Thompson, I.P., Beuley, M.J., Ellis, R.J., Magire, N. dan Mehary, A.A. 1999. Response Soil Microbial Communities to Single and Multiple Dose of an Organic Pollutant. *Soil Biology Biochemistry* **31**, 95-105.
- Torsvik, V. dan Øvreås, L. 2002. Microbial Diversity and Function in Soil: from Genes to Ecosystems. *Microbiology* **5**, ms.240-245.
- Tortora, G.J., Funke, B.R. dan Case, C.L. 2004. *Microbiology an Introduction: 8th Edition*. Pearson Education Inc, United States of America.
- United Sates Environmental Protection Agency. 2000. *Improved of Enumeration Methods for Recreational Water Quality Indicators: Entrococci and Escherichia coli*. <http://www.deq.state.mi.us/documents/deq-swq-beach-rvsdman.pdf-21/8/2006>.
- Vun, L.W., Teoh, P.L dan Ho, C.F., 2006. *Determination o Effect of Pesticide on Microbial Diversity in Agriculture Soils by DGGE Analysis and Physiological Profiles*. Poster Presented at 5th IERC-UNU International Workshop on Environment and Sustainable Development Gist, orea, 31 Oct-Nov 2006.

