



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**TABURAN DAN NASIB KARBOFURAN DI DALAM MODEL
EIKOSISTEM SAWAH PADI**

ISMAIL BIN AB. RAMAN

FSAS 1988 1

TABURAN DAN NASIB KARBOFURAN DI DALAM MODEL
EKOSISTEM SAWAH PADI

oleh

Ismail bin Ab. Raman

Tesis ini diserahkan kepada Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar, Universiti Pertanian Malaysia, sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat untuk mendapatkan ijazah Master Sains (Biokimia).

Julai 1988



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur saya ke hadrat Allah S.W.T yang mana dengan limpah kurniaNya dapat saya menyiapkan tesis ini. Terlebih dahulu saya ucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr. Juzu Hayati Arshad dan Dr. Rosli Mohamed yang telah banyak memberi tunjukajar dan pengalaman yang amat berguna semasa kursus ini. Terima kasih juga saya ucapkan kepada semua kakitangan Jabatan Biokimia dan Mikrobiologi terutama En. Ibrahim Yunus yang telah banyak membantu di dalam kerja-kerja projek saya.

Ucapan terima kasih seterusnya saya tujukan kepada En. Zainudin Mohd. Ali dari Jabatan Sains Tanah, En. Jamaluddin dari Unit Ikan (Ladang), En. Ramesh dari rumah kaca, dan Pejabat Kenderaan Universiti Pertanian Malaysia yang telah bekerjasama di dalam menyediakan bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan di dalam kerja-kerja projek saya.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Puan Hafizah Abd. Kadir dan teristimewa isteri saya Puan Zainab binti Abdul Rahman yang mana telah meluangkan masa menaip tesis ini hingga selesai.

SENARAI KANDUNGAN

	<u>MUKA SURAT</u>
BAB 1 : PENGENALAN.	1
BAB 2 : ULASAN BAHAN BERTULIS.	4
2.1 : Karbofuran.	4
2.1.1 : Rumusan dan penggunaannya.	4
2.1.2 : Ketoksikan.	4
2.1.3 : Metabolisma karbofuran dalam tumbuhan, haiwan, serangga dan tanah.	5
2.2 : Pencemaran Racun Perosak Terhadap Persekitaran.	10
2.2.1 : Racun perosak dalam tanah.	10
2.2.2 : Racun perosak dalam air.	13
2.2.3 : Racun perosak dalam biosfera.	14
2.2.4 : Pendedahan racun perosak kepada manusia	16
BAB 3 : BAHAN DAN KAEDAH.	18
3.1 : Rekabentuk Model Ekosistem.	18
3.2 : Rawatan.	21
3.2.1 : 1.0 x dos cadangan.	21
3.2.2 : 2.5 x dos cadangan.	22
3.2.3 : Kawalan.	22
3.3 : Pensampelan dan Penyimpanan.	22
3.3.1 : Pensampelan.	22
3.3.2 : Penyimpanan di makmal.	23
3.4 : Aturcara-aturcara Analisis.	24

3.4.1 :	Jumlah aktiviti ^{14}C -karbofuran.	24
3.4.2 :	Prinsip-prinsip penggunaan "Biological Material Oxidizer model OX-400".	26
3.4.3 :	Jumlah aktiviti sisa-sisa ^{14}C -karbofuran yang terekstrak dan terikat di dalam tanah.	27
3.4.4 :	Menentukan karbofuran dan metabolit-metabolitnya di dalam pokok padi.	29
3.4.5 :	Proses autoradiografi.	33
3.4.6 :	Kesan penyimpanan sampel-sampel di dalam freezer (-18°C) ke atas aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran.	33
3.5 :	Analisis-analisis Data.	34
3.5.1 :	Tindakbalas tertib kinetik pertama (1°).	34
3.5.2 :	Menentukan kepekatan karbofuran dan metabolit-metabolitnya di dalam pokok padi.	35
BAB 4 :	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN.	36
4.1 :	Model Ekosistem Sawah Padi.	36
4.2 :	Taburan dan Kadar Kehilangan Sisa ^{14}C -karbofuran Di Dalam Komponen Model Ekosistem Sawah Padi.	47
4.2.1 :	Air.	47
4.2.2 :	Tanah.	52
4.2.3 :	Pokok padi.	59
4.2.4 :	Ikan.	72

4.3 :	Kesan Penyimpanan Sampel-sampel Di Dalam Freezer (-18°C) Ke atas Aktiviti Sisa ¹⁴ C-karbofuran.	76
BAB 5 :	KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN CADANGAN.	81
5.1 :	Kesimpulan.	81
5.2 :	Implikasi Dan Cadangan.	86

SENARAI JADUAL

<u>JADUAL</u>	<u>MUKA SURAT</u>
1 : Pengukuran aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran di dalam pokok padi dengan alat "Biological Oxidizer".	67
2 : Pengukuran kepekatan karbofuran dan dua metabolitnya di dalam pokok padi dengan alat H.P.L.C.	68
3 : Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran di dalam ikan (ug/g).	73
4 : Ringkasan bagi peratus pemulihan sisa ^{14}C -karbofuran di dalam model ekosistem sawah padi.	77
5 : Kehilangan aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran di dalam sampel-sampel yang disimpan di dalam freezer (-18°C).	78

SENARAI RAJAH

<u>RAJAH</u>	<u>MUKA SURAT</u>
1 : Tapakjalan metabolisme di dalam haiwan, serangga dan tumbuhan.	8
2 : Nasib racun perosak di dalam persekitaran.	11
3 : Rekabentuk model ekosistem sawah padi di dalam rumah kaca.	20
4 : Alat untuk pensampelan tanah (cork borer).	23
5 : Prinsip-prinsip penggunaan alat "Biological Oxidizer model OX-400".	26
6 : Alat radas bagi proses pembersihan.	30
7 : Lengkuk pemulihan (recovery) ¹⁴ C di dalam model ekosistem sawah padi yang diberi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha(2.5x) ¹⁴ C-karbofuran.	37
8 : Lengkuk bagi aktiviti sisa ¹⁴ C-karbofuran yang terekstrak dan terikat di dalam tanahang diberi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha(2.5x) ¹⁴ C-karbofuran.	42
9 : Sisa ¹⁴ C-karbofuran di dalam komponen air.	48
10 : Kadar kehilangan sisa ¹⁴ C-karbofuran di dalam komponen air bagi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha (2.5x) ¹⁴ C-karbofuran.	49
11 : Sisa ¹⁴ C-karbofuran di dalam komponen tanah bagi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha(2.5x) ¹⁴ C-karbofuran.	53
12 : Kadar kehilangan sisa ¹⁴ C-karbofuran di dalam paras atas (5cm pertama) tanah bagi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha(2.5x) ¹⁴ C-karbofuran.	57

13	: Sisa ¹⁴ C-karbofuran di dalam komponen pokok padi bagi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha(2.5x) ¹⁴ C-karbofuran.	60
14	: Proses autoradiografi yang menunjukkan taburan sisa ¹⁴ C-karbofuran di dalam pokok padi.	65
15	: Contoh kromatogram bagi karbofuran dan metabolit-metabolitnya dari alat H.P.L.C.	71

SENARAI JADUAL BAGI LAMPIRAN 3.

<u>JADUAL</u>	<u>MUKA SURAT</u>
1 : pH dan suhu air dari model ekosistem sawah padi.	99
2 : pH dan suhu tanah dari model ekosistem sawah padi.	99
3 : Kandungan kelembapan tanah yang digunakan di dalam model ekosistem sawah padi.	100
4 : Ciri-ciri fizikal tanah yang digunakan di dalam model ekosistem sawah padi.	100
5 : Kelembapan relatif semasa proses tumbesaran pokok padi di dalam rumah kaca Universiti Pertanian Malaysia.	101
6 : Kandungan isipadu dan berat bagi air dan tanah yang digunakan di dalam model ekosistem sawah padi.	101
7 : Berat pokok padi dari model ekosistem sawah padi.	102
8 : Jumlah aktiviti ^{14}C di dalam model ekosistem sawah padi yang diberi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha(2.5x) ^{14}C -karbofuran (dpm x 10^6 /ekosistem).	103
9 : Jumlah aktiviti ^{14}C di dalam model ekosistem sawah padi yang diberi rawatan 0.76kg b.a/ha(1.0x) dan 1.89kg b.a/ha (2.5x) ^{14}C -karbofuran (mg/ekosistem).	105
10 : Aktiviti bagi sisa-sisa ^{14}C -karbofuran yang terekstrak dan terikat dalam tanah (dpm x 10^6 /g).	107
11 : Aktiviti bagi sisa-sisa ^{14}C -karbofuran yang terekstrak dan terikat di dalam tanah (ug/g).	108
12 : Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen air (dpm x 10^3 /ml).	109
13 : Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen air (ug/ml).	109

14	: Kadar kehilangan sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen air.	110
15	: Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen tanah ($\text{dpm} \times 10^3/\text{g}$).	111
16	: Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen tanah (ug/g).	112
17	: Kadar kehilangan sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen tanah (5cm pertama).	113
18	: Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen pokok padi ($\text{dpm} \times 10^3/\text{g}$).	114
19	: Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam komponen pokok padi (ug/g).	115
20	: Nilai separa hayat ($t_{1/2}$) dan persamaan kadar tindakbalas bagi sisa ^{14}C -karbofuran di dalam model ekosistem sawah padi.	116
21	: Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran dalam ikan ($\text{dpm} \times 10^3/\text{g}$).	117
22	: Kesan penyimpanan sampel-sampel di dalam freezer (-18°C) ke atas aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran.	118

SENARAI RAJAH BAGI LAMPIRAN 4.

<u>RAJAH</u>	<u>MUKA SURAT</u>
1 : Contoh bagi pengiraan secara komputer kepekatan karbofuran dan metabolit-metabolitnya di dalam pokok padi (14 hari selepas rawatan).	119
2 : Gambar alat-alat radas yang digunakan di dalam kajian ini.	120
3 : Proses tumbesaran pokok padi di dalam rumah kaca Universiti Pertanian Malaysia.	122

Abstrak tesis yang telah dikemukakan kepada Senat Universiti Pertanian Malaysia sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat untuk mendapatkan ijazah Master Sains.

TABURAN DAN NASIB SISA

¹⁴C-KARBOFURAN DI DALAM MODEL EKOSISTEM SAWAH PADI.

oleh

Ismail bin Ab. Raman

Julai, 1988

Penyelia : Dr. Juzu Hayati Arshad.
Fakulti : Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar.
Penyelia bersama : Dr. Rosli bin Mohamed.
Fakulti : Fakulti Pertanian.

Taburan dan nasib sisa ¹⁴C-karbofuran di dalam komponen model ekosistem sawah padi telah dikaji di rumah kaca, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia.

Aktiviti sisa ¹⁴C-karbofuran di dalam air adalah maksimum (70 - 73% dari dos karbofuran digunakan) pada 5 jam selepas rawatan dan menurun terus mengikut masa selepas rawatan di mana kepekatan pada peringkat akhir kajian (90 hari) adalah lebih kurang 1% sahaja dari dos karbofuran digunakan. Kehilangan sisa ¹⁴C dari komponen air disebabkan

oleh proses penyerapan kepada tanah liat, dan pengambilan oleh ikan dan pokok padi.

Peningkatan sisa ^{14}C -karbofuran di dalam tanah adalah berkadar dengan penurunan kepekatan sisa ^{14}C -karbofuran di dalam air. Kepekatan maksimum adalah pada 21 hari selepas rawatan (69 - 77% dari dos karbofuran digunakan). Pada akhir peringkat kajian, masih terdapat 58 - 65% sisa ^{14}C di dalam tanah. Lima puluh enam hingga lima puluh lapan peratus daripada peratusan ini terdapat di dalam paras 5cm pertama, 25 - 28% pada paras 5cm kedua dan 15 - 17% pada paras 5cm terakhir. Ini menunjukkan pergerakan sisa ^{14}C -karbofuran adalah perlahan dan proses penyerapan adalah tinggi di dalam tanah jenis loam liat. Faktor ini menyebabkan kegigihan sisa ^{14}C -karbofuran di dalam tanah adalah tinggi dan akhirnya bertindak sebagai takungan kepada racun sistemik itu

Kandungan sisa terekstrak di dalam tanah meningkat dari 5 jam hingga 21 hari selepas rawatan dengan kepekatan maksimum 0.10ug/g (1.0x) dan 0.20ug/g (2.5x). Kepekatan sisa ^{14}C terekstrak pada peringkat akhir kajian adalah 0.03 ug/g (1.0x) dan 0.08ug/g (2.5x), iaitu 26 - 27% dari jumlah sisa ^{14}C di Aktiviti sisa ^{14}C terikat meningkat dari 5 jam hingga 60 hari selepas rawatan dengan kepekatan maksimum 0.10ug/g (1.0x) dan 0.26ug/g (2.5x). Paras sisa ^{14}C terikat pada peringkat akhir kajian adalah 0.08ug/g (1.0x) dan 0.22ug/g (2.5x), iaitu 73 - 74% dari jumlah aktiviti sisa ^{14}C di dalam tanah.

Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran di dalam pokok padi juga meningkat dari 5 jam hingga 60 hari selepas rawatan dengan kepekatan maksimum 28 - 30% dari dos karbofuran digunakan. Bahagian akar mengandungi paras sisa ^{14}C paling tinggi dan diikuti oleh bahagian daun dan batang. Aktiviti sisa ^{14}C -karbofuran pada peringkat akhir kajian adalah 27 - 29% dari dos karbofuran digunakan. Ini menunjukkan kehilangan sisa ^{14}C dari pokok padi adalah sedikit. Kepekatan sisa ^{14}C -karbofuran di dalam beras adalah 0.25ug/g (1.0x) dan 0.70 ug/g (2.5x).

Analisis secara kuantitatif terhadap karbofuran dan metabolit-metabolitnya di dalam pokok padi menunjukkan bahawa karbofuran hanya diperolehi 1 hari selepas rawatan, iaitu 0.037ug/g (1.0x) dan 0.079ug/g (2.5x). Metabolit utama yang diperolehi adalah 3- hidroksi-karbofuran dan konjugatnya dengan kepekatan maksimum pada 60 hari selepas rawatan, iaitu 3.50 ug/g(1.0x) dan 7.41 ug/g(2.5x). Tiada paras 3-keto-karbofuran diperolehi sehingga peringkat akhir kajian.

Ikan semuanya mati dalam masa 24 jam di dalam tangki yang diberi rawatan tetapi kesemuanya masih hidup hingga ke peringkat akhir kajian di dalam tangki kawalan. Jumlah aktiviti sisa ^{14}C di dalam ikan adalah 0.16 - 0.20% dari dos karbofuran digunakan di mana bahagian kepala mengandungi paras sisa ^{14}C yang paling tinggi, diikuti oleh bahagian isi perut dan daging.

An abstract of the thesis presented to the Senate of Universiti Pertanian Malaysia in partial fulfilment of requirements for the Master of Science.

DISTRIBUTION AND FATE OF
 ^{14}C -CARBOFURAN IN A MODEL PADIFIELD ECOSYSTEM.

by

Ismail bin Ab. Raman.

Julai, 1988.

Supervisor : Dr. Juzu Hayati Arshad.
Faculty : Faculty of Science and Environmental Studies.
Co-Supervisor : Dr. Rosli bin Mohamed.
Faculty : Faculty of Agriculture.

Distribution and fate of ^{14}C -carbofuran residues in a model padifield ecosystem was investigated in the glass house, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia.

The activity of ^{14}C -carbofuran residues in the water was maximum (70 - 73% of the applied dose) 5 hours after treatment and decreased with time. The concentration of ^{14}C residues at 90 day after treatment was about 1% of the applied dose. Loss of ^{14}C residues in the water component was due to adsorption to the soil clay particle, and uptake by the fish and padi plants.

The elevation of ^{14}C -carbofuran residues in the soil was proportional to the decline of the residues in the water component. Maximum activity was at 21 day after treatment (69 - 77% of the applied dose). Fifty eight to sixty five percent of ^{14}C residues still remained in the soil at the final stage. Fifty six to fifty eight percent of this residues was in the first 5cm level, 25 - 28% in the second 5cm level and 15 - 17% in the last 5cm level. These results indicated that the movement of ^{14}C -carbofuran residues was slow and adsorption process was high in clay loam soil. These factors may have caused the persistence of ^{14}C -carbofuran residues in the soil thus acting as a reservoir to this systemic pesticide.

The activity of extractable residues in the soil increased from 5 hours to 21 day after treatment in which the concentration of ^{14}C residues was maximum (0.10 ug/g for 1.0x and 0.20 ug/g for 2.5x). The activity at the final stage was 0.03ug/g (1.0x) and 0.08ug/g (2.5x), i.e. 26 - 27% of the total of ^{14}C residues in the soil. The activity of bound residues also increased from 5 hours to 60 day after treatment in which the concentration was maximum (0.10 ug/g for 1.0x and 0.26 ug/g for 2.5x). The activity of bound residues at the final stage were 0.08ug/g (1.0x) and 0.22ug/g (2.5x), i.e. 73 - 74% of the total of ^{14}C residues in the soil.

The activity of ^{14}C -carbofuran residues in the padi plants also increased from 5 hours to 60 day after treatment where the concentration was maximum (28 - 30% of the applied dose). The ^{14}C residues was highest in the roots, followed by the leaves and the stems. The activity of ^{14}C -carbofuran residues at the final stage was 27 - 29% of the applied dose. The concentration of ^{14}C -carbofuran residues in the grains were 0.25ug/g (1.0x) and 0.70ug/g (2.5x).

The quantitative analyses of carbofuran and its metabolites in the padi plants showed that carbofuran was only found one day after treatment, i.e. 0.037ug/g (1.0x) and 0.079ug/g (2.5x). The major metabolites were 3-hydroxy-carbofuran and its conjugate with the maximum concentration at 60 day after treatment (3.50 ug/g for 1.0x and 7.40 ug/g for 2.5x). The concentration of 3-keto-carbofuran was negligible until the final stage.

All the fish died within 24 hours in both tanks which had been given treatments but the fish survived in the control tank until the final stage. The total activity of ^{14}C -carbofuran residues in the fish was 0.16 - 0.20% of the applied dose. The ^{14}C residues was highest in the head, followed by the entrails and the fillet.

BAB 1. PENGENALAN.

Racun perosak adalah sebatian kimia sintetik atau semulajadi yang digunakan untuk membunuh organisma yang tidak diingini. Racun perosak terdiri daripada beberapa jenis seperti racun serangga (membunuh serangga), racun rumput (menghapus rumput), racun akarisida (membunuh hamam), racun tikus (membunuh tikus), racun nematoda (membunuh nematoda) dan racun kulat (menghapus kulat dan penyakit tumbuhan).

Racun perosak digunakan dengan begitu meluas di kawasan penanaman padi di Malaysia. Padi merupakan yang ketiga terpenting selepas getah dan kelapa sawit di dalam penggunaan tanah di Malaysia (Selvadurai, 1979). Dari jumlah 2.83 juta hektar tanah yang ditanam di Semenanjung Malaysia, hampir 0.40 juta adalah tanaman padi. Lebih 97% daripada kawasan penanaman padi adalah di tanah rendah dan menggunakan sistem pengairan. Menurut Tsutomu *et al.* (1977) penggunaan cara ini boleh membuka jalan kepada sisa-sisa racun perosak diangkut ke sungai, tasik, kolam dan laut. Keadaan ini boleh meningkatkan pencemaran racun perosak di daratan mahupun persekitaran akuatik. Selepas pencemaran keatas air berlaku, racun perosak ini mungkin didegradasikan kepada sebatian yang kurang toksik atau sebatian yang lebih toksik, kekal di dalam air atau memasuki atmosfera secara perwapan dan kodistilasi (penyulingan).

Oleh kerana racun perosak secara amnya toksik kepada organisma sasaran dan bukan sasaran; taburan, kegigihan dan pengumpulannya perlu difahami. Kegigihan racun perosak adalah fungsi dari struktur kimianya. Racun perosak dari kumpulan hidrokarbon berklorin seperti DDT mempunyai sifat kegigihan yang tinggi. Sisa racun perosak ini mungkin memasuki ke dalam rantai bahan makanan. Racun perosak yang toksik ini jika terkumpul dengan banyak di dalam badan juga boleh menyebabkan kemandulan, kecederaan dan kematian (Edwards, 1973; Sahabat Alam Malaysia, 1984). Dengan itu patutlah ada kesedaran yang lebih mengenai bahaya-bahaya yang timbul dari penggunaan racun perosak kepada persekitaran semulajadi kita sekiranya kita mahu mengelak kerosakan yang tidak dapat dibaiki.

Kajian telah banyak dibuat bagi mendapatkan cara-cara untuk mengurangkan atau mengawal kadar pencemaran oleh racun perosak kepada persekitaran. Salah satu caranya adalah dengan mencipta racun-racun kimia yang kurang gigih dan kurang toksik seperti kumpulan karbamat. Contoh terbitan karbamat yang dihasilkan adalah karbofuran. Ia mula diperkenalkan oleh FMC Corporation, Niagara pada 1967.

Furadan, nama dagangan bagi karbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetilbenzofuran-7-il metilkarbamat), digunakan dengan begitu meluas di kawasan sawah padi di Malaysia Barat (Yunus dan Lim, 1971; Peter Ooi, 1974). Racun ini bertindak secara sistemik dan selektif terhadap perosak. Ia lebih selamat

kepada serangga-serangga bukan perosak seperti pemangsa dan parasit (I.R.R.I, 1975). Proses sistemik berlaku bila akar tumbuhan menyerap racun berkenaan dan mengangkut ke bahagian-bahagian lain tumbuhan itu. Keracunan berlaku kepada serangga-serangga yang menghisap sap dan memakan pokok-pokok padi. Karbofuran merupakan racun perosak sistemik yang paling berkesan (selain dari aldikab) apabila digunakan di dalam bentuk granul (Baranowski, 1969).

Walaupun nasib karbofuran di dalam tanah sawah padi di Tropika telah banyak diberi perhatian (Brahmaprakash dan Sethunathan, 1985; Venkateswarlu *et al.*, 1977; Siddaramappa *et al.*, 1978); pergerakan, taburan dan nasib karbofuran secara keseluruhan di dalam sesuatu ekosistem masih belum jelas. Oleh itu kajian ini dilakukan bagi memahami keadaan ini di dalam persekitaran sawah padi dengan objektif-objektifnya :

- i) Untuk mengkaji taburan dan nasib karbofuran di dalam komponen-komponen ekosistem sawah padi.
- ii) Untuk menentukan metabolisme karbofuran dan metabolit-metabolitnya di dalam komponen pokok padi.

BAB 2. ULASAN BAHAN BERTULIS.

2.1 Karbofuran.

2.1.1 Rumusan dan penggunaannya.

Karbofuran adalah racun sistemik untuk serangga, akari dan cacing nematod. Racun ini digunakan dengan cara dan kadar yang berlainan; pada daun dengan dos 0.25 - 1.0kg b.a/ha untuk mengawal serangga dan hamama (mites), dalam lubang biji-benih pada dos 0.5 - 4.0kg b.a/ha untuk mengawal perosak di dalam tanah dan serangga pemakan daun, secara taburan pada dos 6 - 10kg b.a/ha untuk mengawal cacing nematod, dan juga secara taburan pada dos 0.50 - 0.75kg b.a/ha untuk mengawal serangga pemakan daun dan ulat pengorek batang. Rumusan-rumusan karbofuran termasuklah bentuk serbuk (750g b.a/kg), larutan pekat (480g b.a/l) dan bentuk granul (20,30,50 dan 100g b.a/kg) (Martin, 1977).

2.1.2 Ketoksikan.

Pada amnya, racun dalam kumpulan karbamat agak kurang kegigihannya berbanding dengan racun-racun dalam kumpulan hidrokarbon berklorin, dan dengan itu kurang mengancam kepada persekitaran (Kuhr dan Dorrough, 1976). Karbofuran berkesan bagi mengawal perosak pokok padi seperti benah hijau (Nephotettix virescens), benah perang (Nilaparvata lugens), ulat pengorek batang (Scirpophaga incertulas, Chilo suppressalis) dan serangga penghisap buah padi (Leptocorisa acuta) (Yunus dan Lim, 1971).

Kuhr dan Dorough (1976) mendapati ketoksikan terhadap mamalia adalah tinggi melalui proses penghadaman, tetapi lemah secara pendedahan pada kulit (dermal). Karbofuran juga mempunyai kesan ketoksikan yang tinggi terhadap burung-burung. Nilai-nilai akut LD₅₀ secara oral adalah 8 - 14mg b.a/kg bagi tikus, dan 19mg b.a/kg bagi anjing. Nilai akut LD₅₀ secara dermal untuk arnab adalah 2550mg b.a/kg (Martin, 1977).

Ketoksikan karbofuran kepada ikan pula bergantung kepada cara-cara penggunaannya. Laporan dari I.R.R.I.(1977) menyatakan bahawa ikan mati apabila karbofuran berbentuk granul ditaburkan ke dalam air sawah padi selepas ikan dimasukkan. Penggunaan karbofuran ke zon akar (iaitu digaulkan ke dalam lapisan tanah) tidak menyebabkan kematian ikan jika diberi sebelum atau selepas ikan dimasukkan. LC₅₀ bagi ikan adalah 0.15 - 0.87mg/kg. Nilai ini bergantung kepada spesies dan saiz ikan yang terdedah (Isensee dan Tayaputch, 1986).

2.1.3 Metabolisme karbofuran dalam tumbuhan, haiwan, serangga dan tanah.

Tujuan utama mengkaji metabolisme racun karbamat adalah untuk memastikan penggunaannya adalah selamat. Lain-lain tujuan adalah untuk menunjukkan peranan tranformasi kimia dalam ciri-ciri efikasi dan selektif. Walaupun racun karbamat pada amnya dimetabolismakan oleh tapakjalan-tapakjalan utama di dalam vertebrata, serangga, tumbuhan dan