

**PENGARUH PEMBERIAN BERBAGAI DOSIS PESTISIDA DAN PUPUK  
KANDANG SAPI TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH DAN PRODUKSI  
TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)**

Oleh :

**SAYIFUDIN**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2019**



**PENGARUH PEMBERIAN BERBAGAI DOSIS PESTISIDA DAN PUPUK  
KANDANG SAPI TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH DAN PRODUKSI  
TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)**

Oleh :  
**SAYIFUDIN**  
145040201111064

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**MALANG**

**2019**



### PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian yang saya lakukan, yang dibimbing oleh dosen pembimbing skripsi. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Malang, 17 November 2019

Penulis

Sayifudin

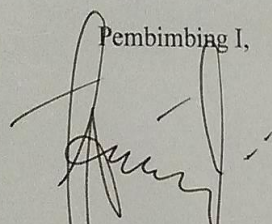




LEMBAR PERSETUJUAN

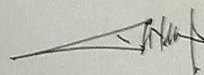
Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pestisida Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)  
Nama Mahasiswa : Sayifudin  
NIM : 145040201111064  
Jurusan : Tanah  
Program studi : Agroekoteknologi

Disetujui,

Pembimbing I,  


Prof. Dr. Ir. Syekh fani, MS  
NIP. 20181148 07231 1 001

Pembimbing Pendamping II,



Novalia Kusumarini, SP., MP.  
NIP. 19891108 201504 2 001

Diketahui,

Ketua

Jurusan Tanah



Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D

NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan:

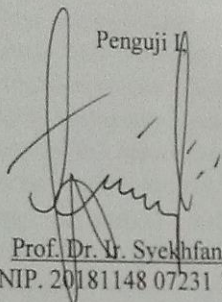
04 NOV 2019



LEMBAR PENGESAHAN

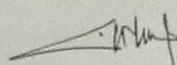
Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



Prof. Dr. Ir. Syekhfanani, MS  
NIP. 20181148 07231 1 001

Penguji II,



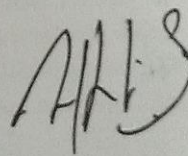
Novalia Kusumarini, SP., MP.  
NIP. 19891108 201504 2 001

Penguji III,



Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS  
NIP. 19611109 198503 2 001

Penguji IV,



Istika Nita, SP., MP.  
NIP. 19891118 201903 2 012

Tanggal Lulus:

29 NOV 2019



## RINGKASAN

**Sayifudin. 145040201111064. Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pestisida Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Syekhiani, MS. Sebagai Pembimbing Utama dan Novalia Kusumarini, SP. MP. Sebagai Pembimbing Kedua.**

Produksi sawi hijau dari tahun 2011 sampai 2014 mengalami penurunan. Dalam meningkatkan produksi komoditas tanaman sawi hijau di Indonesia berbagai cara dilakukan petani, salah satunya dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida hanya berkisar 20% yang tepat sasaran atau benar-benar efektif ke tanaman, sedangkan 80% sisanya jatuh ke tanah. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran pada permukaan tanah yang mampu mempengaruhi kesuburan tanah tersebut. Berbagai cara dilakukan dalam meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida. Salah satunya dengan mengaplikasikan bahan organik ke tanah. Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari pengaruh pemberian berbagai dosis pestisida dan pupuk kandang sapi terhadap sifat kimia tanah dan produksi tanaman sawi hijau.

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan September 2018 hingga Januari 2019. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan jumlah 9 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari P0 (tanpa pestisida), P1 (pestisida dosis 0,2 ml), P2 (pestisida dosis 0,4 ml), P3 (pestisida dosis 0,6 ml), P4 (pestisida dosis 0,8 ml), P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi), P6 (pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi), P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi) dan P8 (pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi). Parameter yang diukur meliputi: kadar NPK, C-organik, pH H<sub>2</sub>O tanah pada awal (0 hari setelah inkubasi) dan akhir saat panen, serapan hara, dan produksi tanaman sawi hijau. Analisis data menggunakan *software* Genstat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis pestisida dapat meningkatkan serapan hara dan produksi tanaman sawi hijau. Hal tersebut dibuktikan dari perlakuan P3 (pestisida dosis 0,6 ml) yang memiliki serapan hara N dan P lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain sebesar N (0,19 g/tan) dan P (0,013 g/tan), sedangkan pada produksi tanaman sawi sebesar 73,50 g. Meskipun pestisida mampu meningkatkan produksi tanaman sawi hijau, akan tetapi nilainya masih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan P0 (tanpa pestisida) sebesar 80,83 g. Pada sifat kimia tanah, pemberian berbagai dosis pestisida mampu meningkatkan kadar pH H<sub>2</sub>O, C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-dd. Perlakuan dosis pestisida meningkat signifikan pada kadar K-dd tanah awal (0 hari setelah inkubasi) sebesar 4,70 me/100g pada perlakuan P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi).



## SUMMARY

**Sayifudin 145040201111064. Effect of Giving Various Doses of Pesticides and Cow Manure on Chemical Properties of Soil and Production of Green Mustard (*Brassica juncea* L.). Under the Guidance of Prof. Dr. Ir. Syekhfani, MS. as Supervisor and Novalia Kusumarini, SP. MP. as Second Supervisor.**

Green mustard production from 2011 to 2014 has decreased. In increasing the production of green mustard in Indonesia, various methods are used by farmers, one of which is by using pesticides. The effective use of pesticides on plant is about 20%, whereas the remaining 80% are wasted to the ground. This can cause pollution on the surface of the soil that can affect the soil fertility. Various methods are used to minimize the impact of pesticide uses. One of them is by applying organic matter to the soil. This research was aimed to study the effect of giving various of pesticides and cow manure on chemical properties of soil and green mustard production.

The research was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Brawijaya University Malang in September 2018 to January 2019. This research used a Completely Randomized Design (CRD), with 9 treatments and 3 replications. The treatments consisted of P0 (without pesticides), P1 (pesticide dose 0,2 ml), P2 (pesticide dose 0,4 ml), P3 (pesticide dose 0,6 ml), P4 (pesticide dose 0,8 ml), P5 (pesticide dose 0,2 ml + cow manure), P6 (pesticide dose 0,4 ml + cow manure), P7 (pesticide dose 0,6 ml + cow manure) and P8 (pesticide dose 0,8 ml + cow manure). The parameters that was measured included: content NPK, C-organic, pH H<sub>2</sub>O soil at the beginning (0 days after incubation) and at the end of harvest, plant height, number of leaves, NPK content uptake and green mustard crop production. Data was analyzed using Genstat software.

The results showed that dose of pesticides can increase nutrient uptake and green mustard crop production. This was evidenced by treatment of P3 (0,6 ml dose pesticides) which has higher N and P nutrient uptake than other treatments of N (0,19 g/tan) and P (0,013 g/tan), whereas in crop production green mustard 73,50 g. Although pesticides can increase the production of mustard greens, their value is still low when compared to treatment P0 (without pesticides) by 80.83 g. In soil chemical properties, giving of various doses of pesticides can increase levels of pH H<sub>2</sub>O, C-organic, N-total, P-available, and K-dd. The treatment of pesticide doses increased significantly at the initial K-dd level (0 days after incubation) of 4.70 me / 100g in P7 treatment (pesticide dose 0,6 ml + cow manure).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pestisida Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*)”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian Sarjana Pertanian. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat hambatan namun berkat bantuan, bimbingan, arahan dan kerja sama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan Rahmat, Hidayat dan Taufik-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini lancar hingga akhir.
2. Orang tua Ibu Siti Muamah; Bapak Mahmud (Alm); serta kakak kandung saya Khoirul Huda, Ema Arini, Mohktar Arif, Muhammad Basir, serta kakak ipar saya Indah Yuliatin, Abbas, Viberinata, Rindi Citra yang senantiasa memberikan motivasi, do'a, dan biaya untuk studi saya selama ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Syekhfani, MS. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, masukan dan semangat yang sangat bermanfaat selama penyusunan hingga penyelesaian skripsi.
4. Ibu Novalia Kusumarini, SP., MP. selaku pembimbing kedua yang telah memberika ide gagasan penelitian, bimbingan dan masukan berupa berupa penulisan dan interpretasi data penelitian selama penyusunan hingga penyelesaian skripsi.
5. Komunitas Sajak Lestari yang telah memberikan semangat sehingga saya dapat menyelsaikan penulisan ini.
6. Saudara Doli Marjuki Siregar, Dhino Al Duta Pamungkas, Alfian Khadafi, Mifta Erdi S, M.K Nasrullah, Azhar Try Bintang yang senantiasa menemani saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi.



7. Saudari Noura Sholehah yang telah menemani, memberikan motivasi, do'a, serta berjuang sekuat tenaga demi kelancaran skripsi saya.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 17 November 2019

Penulis,

(Sayifudin)



## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Gresik pada tanggal 30 November 1995, merupakan putra terakhir dari lima bersaudara dari Bapak Mahmud (Alm) dan Ibu Siti Muamah.

Jenjang pendidikan penulis diawali dengan lulus TK Dharma Wanita, Kedamean, Gresik pada tahun 2004, kemudian menempuh pendidikan dasar di SDN 2 Kedamean pada tahun 2004 sampai 2009, penulis melanjutkan ke SMPN 1 Kedamean pada tahun 2009 dan selesai pada tahun 2011, selanjutnya melanjutkan studi di SMKN 1 Cerme Gresik, tahun 2011 dan selesai pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Tanah minat Manajemen Sumber Daya Lahan.





**DAFTAR ISI**

<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Hipotesis.....	2
1.5 Manfaat .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi .....	4
2.2 Pestisida Bahan Aktif Deltametrin.....	5
2.3 Pengaruh Pestisida Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Produksi Tanaman.....	7
2.4 Peranan Pupuk Kandang Terhadap Kualitas Tanah dan Produksi Tanaman .....	9
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.3 Rancangan Penelitian .....	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.5 Parameter Pengamatan .....	15
3.6 Analisis Data.....	18
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Analisis Tanah Dasar .....	19
4.2 Pengaruh Pestisida Terhadap Serapan Hara N, P, dan K Tanaman Sawi.....	19



4.3 Pengaruh Pestisida Terhadap Produksi Tanaman Sawi ..... 21

4.4 Pengaruh Pestisida Terhadap Sifat Kimia Tanah ..... 22

**V. KESIMPULAN DAN SARAN ..... 32**

5.1 Kesimpulan ..... 32

5.2 Saran ..... 32

**DAFTAR PUSTAKA ..... 33**

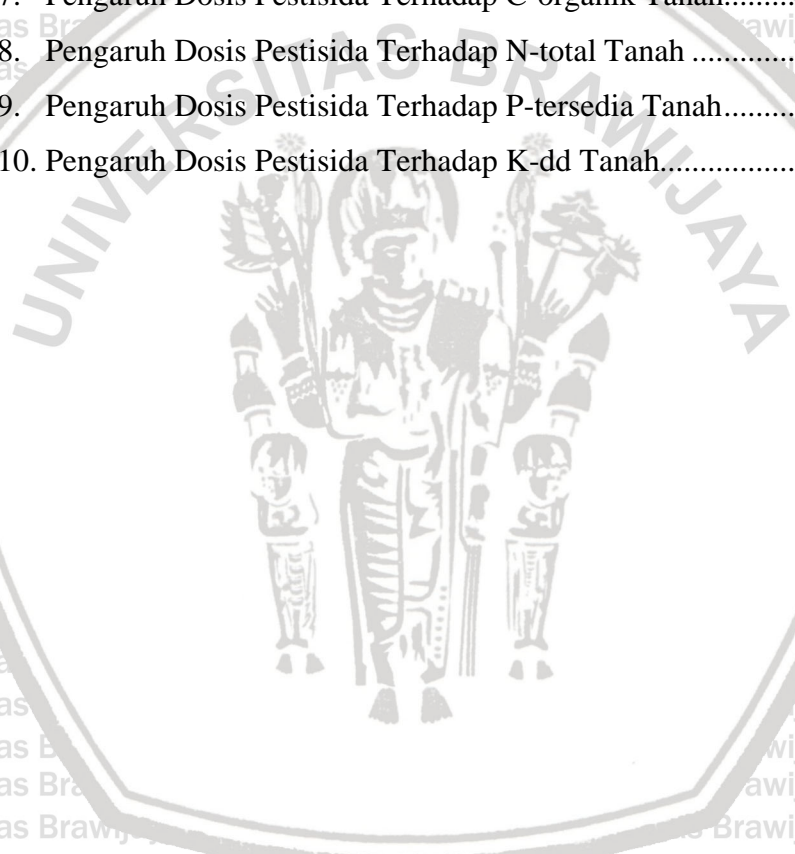
**LAMPIRAN ..... 37**





**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Penelitian .....	13
2.	Parameter Pengamatan.....	15
3.	Hasil Analisis Laboratorium Tanah Dasar .....	19
4.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap N, P, K Serapan Tanaman Sawi .	20
5.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap Bobot Segar Basah Sawi.....	22
6.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap pH H <sub>2</sub> O Tanah .....	23
7.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap C-organik Tanah.....	24
8.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap N-total Tanah .....	26
9.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap P-tersedia Tanah.....	28
10.	Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap K-dd Tanah.....	30



DAFTAR GAMBAR

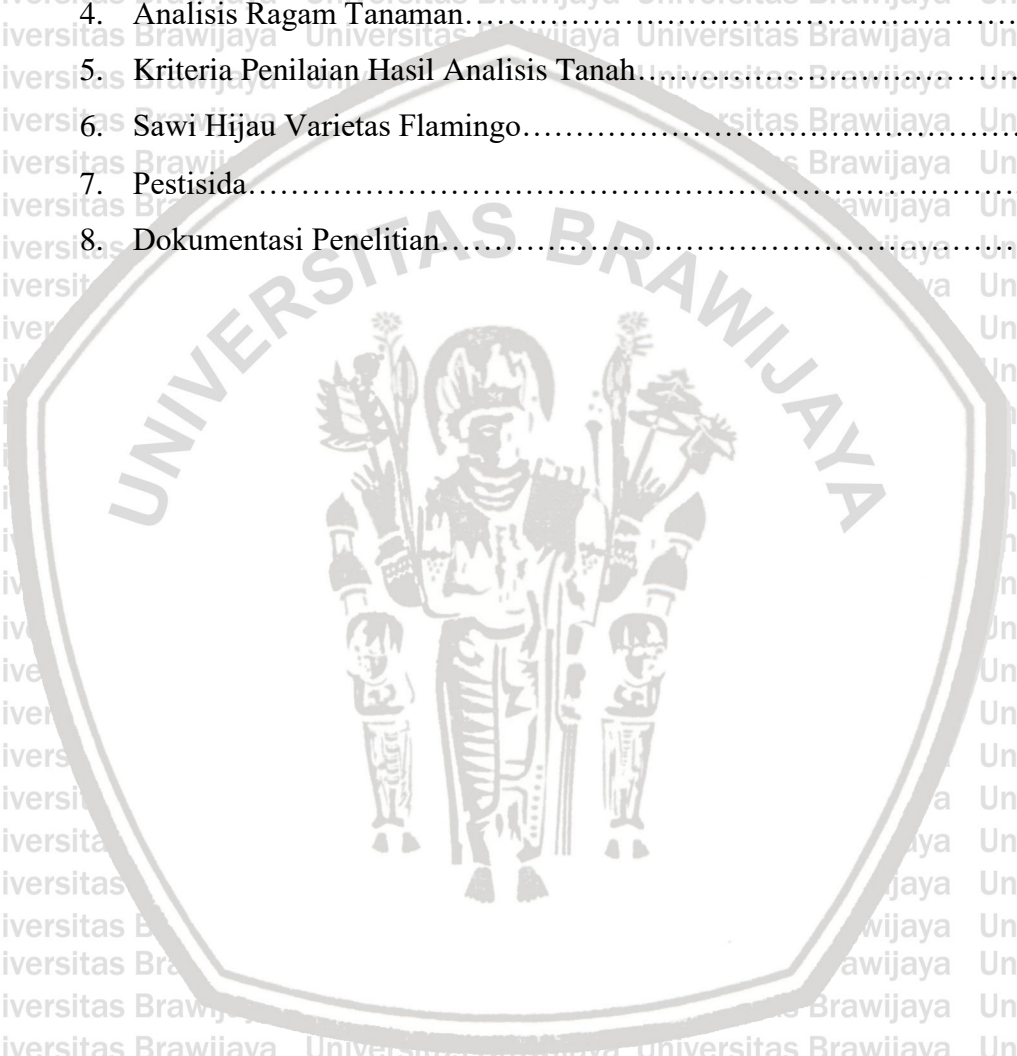
Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian .....	3





DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Petak Penelitian.....	37
2.	Perhitungan Pupuk Dasar.....	38
3.	Analisis Ragam Tanah.....	39
4.	Analisis Ragam Tanaman.....	41
5.	Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah.....	42
6.	Sawi Hijau Varietas Flamingo.....	43
7.	Pestisida.....	44
8.	Dokumentasi Penelitian.....	45



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman hortikultura banyak dimanfaatkan sebagai makanan tambahan untuk mendapatkan asupan nutrisi lebih dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat sebagai kebutuhan bahan pangan sehari-hari. Salah satu tanaman hortikultura yang baik untuk dikonsumsi dan mempunyai nilai gizi yang tinggi adalah sawi hijau. Tanaman sawi hijau mempunyai kandungan gizi yang dibutuhkan tubuh manusia seperti energi, protein, lemak, karbohidrat dan lain-lain, serta rasanya yang enak membuat sawi menjadi salah satu produk pertanian yang diminati masyarakat (Rukmana, 2005 dalam Munthe *et al.* 2018). Menurut BPS (2015) mengemukakan bahwa produksi sawi di Indonesia berturut-turut pada tahun 2011; 2012; 2013; 2014, masing-masing mencapai 580.969 ton; 594.934 ton; 635.728 ton; 602.478 ton. Potensi peningkatan tanaman sayuran masih terbuka lebar untuk memenuhi kebutuhan dan tingkat konsumsi sayuran nasional, salah satunya adalah sawi hijau (Deptan, 2011).

Dalam meningkatkan produksi komoditas tanaman sawi hijau di Indonesia berbagai cara dilakukan petani, salah satunya dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida saat ini fokus terhadap tanaman. Padahal jika dicermati bahwa ternyata tidak semua pestisida mengenai sasaran. Hanya berkisar 20% yang tepat sasaran atau benar-benar efektif ke tanaman, sedangkan 80% sisanya jatuh ke tanah. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran pada permukaan tanah yang mampu mempengaruhi kesuburan tanah tersebut (Hakim, 2002). Umumnya degradasi pestisida di lingkungan mengikuti hukum kinetik reaksi pertama, yakni kecepatan degradasi berhubungan dengan dosis pengaplikasiannya. Reaksi tersebut berlangsung dalam dua tahapan, yaitu disipasi (residu menghilang dengan cepat) dan persistensi (residu menghilang dengan lambat).

Berbagai cara dilakukan dalam meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida. Salah satunya dengan mengaplikasikan bahan organik ke tanah. Bahan organik memiliki peran dalam menurunkan kandungan pestisida secara nonbiologis, yakni dengan cara meng-*absorb* pestisida dalam tanah (Gondar *et al.*, 2013). Selain itu, penambahan bahan organik terhadap tanah tercemar pestisida bermanfaat untuk mendukung populasi mikroba yang



kemudian efektif memineralisasi residu pestisida menjadi nutrisi tanah (Sulistinah *et al.*, 2011). Namun demikian informasi terkait hasil penelitian tentang pengaruh dosis pestisida terhadap tanah masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini sangat penting dan harus dilakukan untuk mengetahui dampaknya terhadap tanah maupun tanaman.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang ada dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh dosis pestisida terhadap sifat kimia tanah (pH H<sub>2</sub>O, C-organik, N, P, dan K tanah)?
2. Bagaimana pengaruh dosis pestisida terhadap serapan hara N, P, dan K tanaman sawi hijau?
3. Bagaimana pengaruh dosis pestisida terhadap produksi tanaman sawi hijau?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mempelajari dan memahami pengaruh dosis pestisida terhadap sifat kimia tanah (pH H<sub>2</sub>O, C-organik, N, P, dan K tanah).
2. Mempelajari dan memahami pengaruh dosis pestisida terhadap serapan hara N, P, dan K tanaman sawi hijau.
3. Mempelajari dan memahami pengaruh dosis pestisida terhadap produksi tanaman sawi hijau.

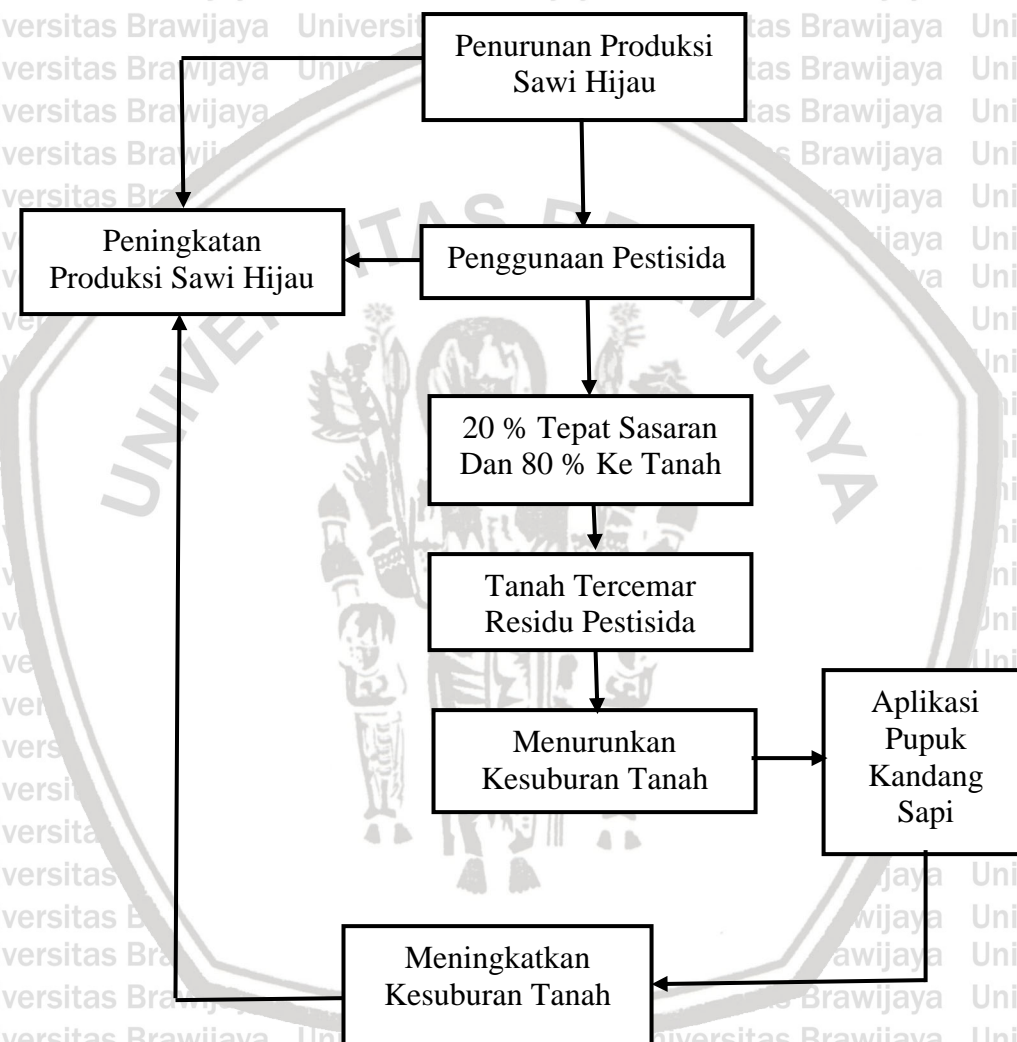
## 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

1. Pemberian berbagai dosis pestisida dapat menurunkan sifat kimia tanah pada (pH H<sub>2</sub>O, C-organik, N, P, dan K tanah).
2. Pemberian berbagai dosis pestisida dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan serapan hara N, P, dan K tanaman sawi hijau dibandingkan dengan perlakuan dosis pestisida.
3. Pemberian berbagai dosis pestisida dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan produksi tanaman sawi hijau dibandingkan perlakuan dosis pestisida.

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu memberikan informasi dasar mengenai pengaruh positif maupun pengaruh negatif yang disebabkan oleh residu pestisida terhadap tanah dan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*).



Gambar 1 Alur Pikir Penelitian



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi

Tanaman sawi hijau memiliki tipe akar serabut yang tumbuh dan berkembang menyebar disekitar permukaan tanah, perakaran sangat dangkal pada kedalaman kurang lebih 5 cm. Perakaran tanaman sawi hijau dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang subur, gembur, mudah menyerap air, dan kedalaman tanah yang cukup dalam (Cahyono, 2003). Tanaman sawi umumnya mudah berbunga secara alami, baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah dengan struktur bunga yang tersusun dalam tangkai bunga yang tumbuh memanjang keatas dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga yang berwarna kuning cerah, empat helai benang sari, dan satu buah putik berongga dua (Rukmana, 2007).

Syarat tumbuh tanaman sawi berkisar pada ketinggian 5 meter sampai 1.200 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini dapat tumbuh baik di tempat berhawa panas maupun berhawa dingin, sehingga dapat di tanam di dataran rendah sampai dataran tinggi. Namun tanaman sawi biasanya dibudidayakan di daerah dengan ketinggian 100 – 500 m di atas permukaan laut, dalam kondisi tanah gembur, mengandung banyak humus, dan memiliki drainase yang baik. Dalam pertumbuhannya, tanaman sawi memerlukan energi yang cukup untuk menunjang proses fotosintesis. Peran cahaya matahari sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi kinetik tanaman sawi untuk pertumbuhan dan produksi yang berkisar antara 350 – 400 cal/cm<sup>2</sup> setiap hari. Sehingga tanaman sawi hijau memerlukan cahaya matahari tinggi (Cahyono, 2003).

Daerah yang dikehendaki untuk pertumbuhan sawi mempunyai penyinaran matahari antara 10 – 13 jam per hari, serta suhu malam hari 15,6 °C dan siang hari 21,1 °C. Akan tetapi, beberapa varietas tanaman sawi yang tahan terhadap suhu panas, dapat tumbuh dan produktivitasnya baik di daerah yang memiliki suhu antara 27 °C – 32 °C (Rukmana, 2007). Kelembaban udara yang optimal untuk pertumbuhan tanaman sawi hijau berkisar antara 80% - 90%. Tanaman sawi hijau termasuk tanaman yang tahan terhadap curah hujan yang tinggi, sehingga penanamannya di waktu musim hujan tetap mampu memberikan hasil yang cukup



baik. Curah hujan yang sesuai untuk kegiatan pembudidayaan tanaman sawi hijau berkisar 1000 – 1500 mm/tahun. Curah hujan seperti ini biasanya dijumpai di dataran tinggi yang memiliki ketinggian 1000 – 1500 m dpl. Meskipun demikian, tanaman sawi tidak tahan terhadap air yang menggenang (Cahyono, 2003).

## 2.2 Pestisida Bahan Aktif Deltametrin

Wardojo (1977) mengemukakan bahwa pestisida dapat memberikan dampak pencemaran lingkungan karena terdeposit (mengendap) dalam tumbuhan ataupun lahan pertanian selama bertahun-tahun sesuai mekanisme degradasinya. Umumnya degradasi pestisida di lingkungan mengikuti hukum kinetik reaksi pertama, yakni kecepatan degradasi berhubungan dengan dosis pengaplikasiannya. Reaksi tersebut berlangsung dalam dua tahapan, yaitu disipasi (residu menghilang dengan cepat) dan persistensi (residu menghilang dengan lambat). Terjadinya dua tahap reaksi ini karena adanya deposit insektisida dapat diabsorpsi dan ditranslokasi ke tempat lain. Disipasi pestisida dapat disebabkan karena fotodegradasi (rusak karena cahaya), sedangkan persistensi dapat disebabkan karena absorbsi pestisida ke dalam tanah. Deposit pestisida akan menjadi residu. Residu pestisida sendiri merupakan zat tertentu yang terkandung dalam lahan pertanian, hasil pertanian, baik sebagai akibat langsung maupun tidak langsung dari penggunaan pestisida.

Pestisida cenderung bertahan lama di tanah dibandingkan dengan di tanaman atau hewan karena residu kimia dengan cepat dimetabolisme atau diencerkan secara aktif oleh sistem kehidupan yang berkembang daripada sistem tanah yang relatif statis. Kisaran faktor-faktor yang berkaitan dengan tanah, lingkungan dan pestisida itu sendiri mempengaruhi tingkat persistensi di tanah. Beberapa sifat pestisida ini termasuk struktur bahan kimia, *volatilitas*, kelarutan dalam air, metode formulasi dan aplikasi. Demikian pula, banyak faktor terkait tanah seperti jenis tanah, kandungan bahan organik dan tanah liat di tanah, konsentrasi ion hidrogen, keanekaragaman *mikroflora* dan *invertebrata* tanah mempengaruhi perilaku dan nasib pestisida. Terlepas dari ini, faktor lingkungan seperti suhu, curah hujan dan radiasi sinar *ultraviolet* mungkin juga mempengaruhi degradasi pestisida kimia di dalam tanah (Edwards, 1975).



*Deltametrin* ((S)- $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl (1R, 3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate) merupakan insektisida golongan piretroid juga dikenal dengan nama bahan aktif dekametrin. Insektisida ini banyak diaplikasikan untuk mengendalikan berbagai jenis hama tanaman terutama tanaman pangan dan sayuran. Beberapa nama dagang deltametrin adalah: Decis 25 F, Decis 2.5 EC, Kobiol 25 FW, Delin 25 EC, Cislin 250 EC, Crackdown 10 SC, Phytex 10 SC, dan Delkis 25 EC (Komisi Pestisida, 1997).

Deltametrin di sintesis pada tahun 1974, dan pertama kali dipasarkan pada tahun 1987. Umumnya digunakan pada lahan kopi, jagung, buah, sayuran, sereal, dan produk-produk yang dipasarkan. Deltametrin diformulasikan dalam bentuk emulsi konsentrat, suspense konsentrat, serbuk, atau dikombinasikan dengan pestisida lainnya (World Health Organization, 1990).

Bersamaan dengan adsorpsi atau desorpsi, studi degradasi banyak digunakan untuk memprediksi nasib akhir kontaminan organik dalam tanah. Secara umum, pestisida sintetis mungkin dianggap polutan agak persisten yang tahan terhadap proses degradasi di tanah pada batas tertentu tergantung, antara lain pada karakteristik kimianya. Di tanah, sistem degradasi pestisida terjadi oleh jalur abiotik dan biotik, yang terakhir adalah dominan oleh aksi mikroorganisme tanah. Degradasi biotik dipengaruhi oleh komunitas dan aktivitas mikroba tanah, sementara dalam pembusukan abiotik, sebagian besar didominasi oleh proses kimia dan fotokimia, faktor utama yang terlibat adalah pH (khususnya ketika mempelajari pestisida ionik atau terionisasi), cahaya dan suhu. Selain itu, kedua proses degradasi dipengaruhi oleh adsorpsi pestisida komponen tanah (Chaplain *et al.*, 2011; Verma *et al.*, 2014), meskipun pengaruhnya adalah lebih signifikan untuk degradasi biologis karena adsorpsi mengurangi fraksi pestisida yang tersedia secara hayati.

Proses disipasi pestisida memegang peranan penting dalam penentuan keberadaan di lingkungan. Semua hal tersebut terkait erat dengan struktur fisikokimia senyawa pestisidanya. Deltametrin di tanah dapat hilang atau terdegradasi melalui proses fisika, kimia, dan mikrobiologis. Proses fisika meliputi penyerapan, penguapan, pelindihan, dan diserap tanaman. Proses kimia meliputi proses fotokimia dan mikrobiologis. Degradasi dari deltametrin diteliti



oleh Zhang *et al.* dalam Sandjaja (2014) pada tanah organik selama periode 180 hari. Waktu paruh deltametrin diperoleh adalah 72 hari, mengindikasikan deltametrin kurang rentan terdegradasi dalam tanah organik daripada tanah mineral. Menurut Thier dan Schmidt, dalam Sandjaja (2014) mengemukakan bahwa degradasi deltametrin pada 2 jenis tanah di Jerman, waktu paruh untuk tanah bertekstur pasir dan liat berpasir berturut-turut 35 dan 60 hari.

Semua penelitian tersebut menunjukkan bahwa deltametrin cepat terdegradasi dalam tanah. Waktu paruh deltametrin terdegradasi dalam tanah tergantung pada kondisi tanah dan temperature. Secara umum waktu paruhnya berkisar 11-72 hari, pada kondisi aerob. Degradasi akan lebih lambat pada kondisi anaerob, mengindikasikan bahwa mikroorganisme dan proses biologis yang lain memegang peranan penting (World Health Organization, 1990). Hidrolisis pada deltametrin dalam tanah tidak signifikan pada pH 5 dan pH 7. Pada pH 9, hidrolisis signifikan dengan waktu paruh 2,5 hari suhu (25 °C) hingga 7 hari suhu (12 °C). Pada pH 8, waktu paruh 31 hari suhu (23 °C) hingga 75 hari suhu (75 °C) (Standing Committee on Biocidal Products, 2011). Selanjutnya, pemecahan molekul pestisida seharusnya tidak menghasilkan pelepasan molekul toksik di tanah. Konsentrasi residu pestisida dalam tanah tergantung pada jenis tanah, jumlah dosis aplikasi dan tahap pertumbuhan tanaman (Cycon dan Piotrowska, 2007).

### 2.3 Pengaruh Pestisida Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Produksi Tanaman

Menurut Korlina *et al.* (2015) menyatakan bahwa pestisida mampu meningkatkan dan menurunkan sifat kimia tanah pada budidaya tanaman jagung. Pada aplikasi pestisida berbahan aktif 1-Methylcyclopropene mempengaruhi peningkatan C-organik tanah yang semula 5,32% sebelum aplikasi, setelah aplikasi menjadi 6,17% kandungannya dan N-total tanah awal 0,16% menjadi 0,18% setelah aplikasi, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebelum aplikasi pestisida 41 ppm, menjadi 47 ppm, K-dd awal 0,75 cmol/kg menjadi 1,04 cmol/kg setelah aplikasi pestisida, sedangkan pH H<sub>2</sub>O tanah menurun dari 6,33 menjadi 5,79. Pada tinggi tanaman dan jumlah daun perlakuan kontrol (tanpa pestisida) memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan perlakuan pestisida pada 8 minggu setelah tanam yakni sebesar



224,04 cm dan 17,44 pada perlakuan kontrol, sedangkan perlakuan pestisida sebesar 223,04 cm dan 17,20.

Pada penelitian tanaman padi sawah dengan perlakuan Gm (Olah Tanah Sempurna), G0 (Kontrol/tanpa pengolahan tanah, penyiangan, dan tanpa herbisida), G1 (Glifosfat dosis 1,5 l/ha), G2 (Glifosfat dosis 3 l/ha), G3 (Glifosfat dosis 4,5 l/ha) dihasilkan data produksi bobot GKG (Gabah Kering Giling) tertinggi pada perlakuan Gm sebesar 9.380 ton ha<sup>-1</sup> dan terendah pada perlakuan G0 sebesar 3.920 ton ha<sup>-1</sup>, sedangkan pada perlakuan G1, G2, dan G3 masing-masing sebesar 7.280 ton ha<sup>-1</sup>, 6.440 ton ha<sup>-1</sup>, dan 6.020 ton ha<sup>-1</sup>. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pengolahan tanah sempurna lebih efektif dibandingkan tanpa pengolahan tanah dan penggunaan herbisida ipa glifosfat (Kesuma *et al.*, 2015).

Pencampuran herbisida glifosfat dan paraquat menyebabkan perubahan sifat kimia tanah pada sistem tanpa olah tanah budidaya tanaman kedelai. Hasil analisis tanah sebelum aplikasi herbisida menunjukkan kandungan pH H<sub>2</sub>O sebesar 5,40 dan kandungan N-Total tanah sebesar 0,24%. Setelah aplikasi herbisida dosis 0,75 kg b.a ha<sup>-1</sup> kandungan pH H<sub>2</sub>O meningkat menjadi 5,45 dan N-Total 0,25%. Pada dosis 1,50 kg b.a ha<sup>-1</sup> kandungan pH H<sub>2</sub>O sama seperti analisis tanah awal yakni 5,40, akan tetapi terjadi penurunan pada kandungan N-Total tanah sebesar 0,23%, sedangkan pada dosis 2,25 kg b.a ha<sup>-1</sup> kandungan pH H<sub>2</sub>O meningkat menjadi 5,49 dan kandungan N-Total tanah sebesar 0,24% (Adnan *et al.*, 2012).

Pengamatan lain yang dilakukan dalam beberapa kasus adalah kerusakan pestisida tertentu mengarah pada peningkatan ketersediaan nutrisi tanaman di tanah sehingga mempengaruhi hasil panen. Sebagai contoh, hasil tanaman sayuran yang tidak diolah adalah tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman olahan *lindane* dalam kondisi serupa dan tanah sebagai tempat degradasi menyebabkan pelepasan N sehingga meningkatkan konsentrasinya dalam tanah (Glover dan Tetteh, 2008). C-organik dan N total juga telah ditemukan berkurang di bawah pengaruh pestisida dan pupuk kimia seperti triadimefon dan amonium bikarbonat jumlah 58,5, 54,8, dan 55,0% dibandingkan dengan tanah tanpa polusi kimia (Yang *et al.*, 2000). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa perubahan



dinamika populasi akibat mikroba di bawah pengaruh aplikasi pestisida mengganggu keseimbangan dan ketersediaan nutrisi di tanah.

Pestisida yang ditambahkan ke tanah dapat dipindahkan ke berbagai bagian tanaman, yang mempengaruhi pengembangan produksi itu sendiri tetapi juga menimbulkan bahaya bagi konsumen (manusia, ternak) memakan tanaman yang terkontaminasi. Serapan tanaman dari senyawa organik, seperti pestisida, bervariasi dengan iklim, bahan organik tanah dan kadar air, karakteristik tanaman (laju transpirasi, kadar lipid akar), sifat fisiko-kimia dari senyawa dan kehadiran beberapa kontaminan (Collins *et al.*, 2006; Motoki *et al.*, 2015). Setelah di panen, disipasi pestisida juga dapat terjadi dengan tindakan metabolisme tanaman, membalikkan translokasi dari akar ke tanah dan pertumbuhan tanaman itu konsentrasi pestisida encer (Hwang *et al.*, 2017). Untuk diambil oleh tanaman, pestisida harus ada dalam larutan tanah. Karena itu kuat adsorpsi, yang mengarah pada konsentrasi pestisida yang lebih rendah dalam larutan, menghasilkan pengurangan serapan tanaman, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dapat memberikan peluang untuk serapan lebih banyak oleh akar tanaman (Hwang *et al.*, 2017).

#### 2.4 Peranan Pupuk Kandang Terhadap Kualitas Tanah dan Produksi Tanaman

Peranan bahan organik yang ada didalam tanah mampu menurunkan kandungan pestisida secara nonbiologis, dimana fraksi organik dalam tanah meng-*absorb* pestisida dalam tanah. Mekanisme ikatan pestisida dengan bahan organik tanah tergantung besar kecilnya kandungan pH di dalam tanah. Pada pH <5 fraksi *penconazole* pestisida hidrofobik dan *metalaxyl* diserap oleh bahan organik tanah karena terjadi peningkatkan fraksi terprotonasi dari gugus karboksilat yang mampu meningkatkan sifat hidrofobik dari bahan organik dan adsorpsi pestisida yang disukai bahan organik, sedangkan pada pH >5, itu tidak tergantung pH karena efek ini terkait kandungan gugus asam karboksilat di bahan organik. Tiga faktor yang menentukan adsorpsi pestisida dengan bahan organik tanah yakni, karakteristik fisika-kimia adsorben (koloid humus), sifat pestisida, dan sifat tanah yang meliputi pH, lengas, temperatur tanah, kandungan dan jenis lempungnya, serta kandungan kation tertukar (Gondar *et al.*, 2013). Selain itu, penambahan



bahan organik terhadap tanah tercemar pestisida bermanfaat untuk mendukung populasi mikroba yang kemudian efektif memineralisasi residu pestisida menjadi nutrisi tanah (Sulistinah *et al.*, 2011).

Berdasarkan penelitian Afandi *et al.* (2015) pengaruh bahan organik kompos, kotoran ayam, dan kotoran sapi pengaruhnya berbeda nyata terhadap pH tanah, pH tanah tertinggi memiliki rerata sebesar 5,56 dari perlakuan kotoran ayam 15 ton ha<sup>-1</sup>, sedangkan pH terendah terdapat pada perlakuan kontrol yakni sebesar 4,6. Pada kandungan C-organik tanah, bahan organik kompos, kotoran ayam, dan kotoran sapi berpengaruh nyata dengan rerata tertinggi pada perlakuan kotoran ayam 15 ton ha<sup>-1</sup> sebesar 1,04% dan rerata terendah pada kontrol sebesar 0,75%. Pada N-total tanah bahan organik berpengaruh nyata dengan nilai rerata terendah terdapat di perlakuan kontrol dan kotoran ayam 5 ton ha<sup>-1</sup> dengan nilai sebesar 0,22% dan nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan kotoran sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan kotoran sapi 15 ton ha<sup>-1</sup> sebesar 0,27%.

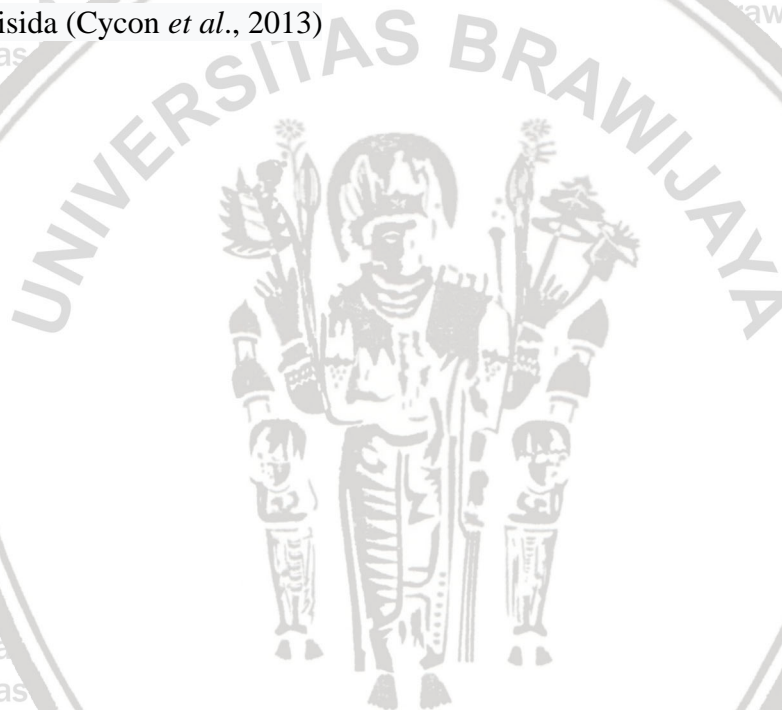
Pada penelitian tanaman sawi di tanah andisol, pemberian perlakuan bahan organik pupuk kandang sapi mampu meningkatkan pH tanah dengan rerata sebesar 5,93 dan rerata 5,26 pada perlakuan kontrol (tanpa bahan organik). Selain meningkatkan kandungan pH tanah, pupuk kandang sapi juga mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah dan N-total tanah. C-organik tanah pada perlakuan pupuk kandang sapi memiliki rerata sebesar 4,74%, sedangkan pada perlakuan kontrol rerata sebesar 4,17%. Pada N-total tanah perlakuan kontrol memiliki rerata lebih rendah apabila di bandingkan dengan rerata perlakuan pupuk kandang sapi yakni sebesar 0,39% kontrol dan 0,44% pupuk kandang sapi. Unuk produksi berat basah tanaman sawi (gr/plot) pada perlakuan kontrol sebesar 195,29 gr/plot, sedangkan pada perlakuan pupuk kandang sapi sebesar 486,67 gr/plot (Ketaren, 2008).

Pemberian bahan organik pupuk kandang sapi dapat memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur, sehingga penyerapan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman lebih optimal. Pada budidaya tanaman kacang tanah pupuk kandang sapi mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rerata tinggi tanaman kacang tanah setelah pemberian

pupuk kandang sapi yakni 51,61 cm, sedangkan pada laju pertumbuhan kacang tanah tanpa bahan organik yakni 49,22 cm reratanya (Indria, 2005).

Gu *et al.* (2008) menyatakan bahwa semakin rendah kandungan tanah liat dan bahan organik di tanah, semakin tinggi tingkat degradasi deltametrin diperoleh. Korelasi antara disipasi deltametrin dan bahan organik tanah yang diamati. Namun, dalam kasus berbeda hasil yang ditemukan disipasi tertinggi deltametrin dalam tanah ditandai dengan kandungan bahan organik yang tinggi.

Yang diamati dalam penelitian tersebut, terjadi penurunan yang lebih rendah dari deltametrin pada tanah berlumpur, hal tersebut disebabkan oleh kandungan bahan organik dan fraksi tanah liat yang menjadi faktor utama dalam mengendalikan insektisida (Cycon *et al.*, 2013)





### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan September 2018 hingga Januari 2019. Tanah yang digunakan untuk penelitian merupakan tanah sawah yang berasal dari Desa Torong Rejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, yang diperoleh pada bulan Agustus 2018. Di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang terdapat berbagai tahapan penelitian seperti preparasi tanah, inkubasi pestisida, penyemaian benih, penanaman, dan pemanenan, sedangkan untuk analisa data sifat kimia tanah dan serapan hara tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Januari 2019.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah cangkul, sekop, karung, timbangan untuk mengambil sampel tanah, nampan sebagai media penyemaian benih, *handsprayer* untuk menyiram tanaman dengan air dan pestisida, polibag 5 kg sebagai tempat tanah untuk media tanam, alat tulis untuk mencatat data pengamatan, serta kamera sebagai dokumentasi kegiatan. Untuk pengamatan tinggi tanaman menggunakan penggaris dan peralatan laboratorium untuk melakukan analisa N, P, K, pH, C-Organik, serapan tanaman. Bahan penelitian berupa tanah yang berasal dari Desa Torong Rejo kedalaman 0-20 cm yang sudah dalam kondisi keringangin, benih sawi hijau *varietas* Flaminggo, pestisida Decis 2.5EC berbahan aktif deltametrin sebagai perlakuan penelitian, serta bahan-bahan laboratorium yang digunakan untuk analisa N, P, K, pH, C-Organik, dan serapan tanaman.

#### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan, masing-masing 3 kali ulangan, sehingga terdapat 27 tanaman (Tabel 1).

**Table 1.** Perlakuan Penelitian

Kode	Perlakuan
P0	Tanpa pestisida
P1	Pestisida dosis 0,2 ml/500 ml
P2	Pestisida dosis 0,4 ml/500 ml
P3	Pestisida dosis 0,6 ml/500 ml
P4	Pestisida dosis 0,8 ml/500 ml
P5	Pestisida dosis 0,2 ml/500 ml + pupuk kandang sapi
P6	Pestisida dosis 0,4 ml/500 ml + pupuk kandang sapi
P7	Pestisida dosis 0,6 ml/500 ml + pupuk kandang sapi
P8	Pestisida dosis 0,8 ml/500 ml + pupuk kandang sapi

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan berupa tanah yang berasal dari lahan di daerah Torongrejo, Junrejo, Batu pada lapisan *top soil* kedalaman berkisar 0-20 cm. Tanah tersebut dikeringanginkan hingga kering dan disaring dengan ayakan berdiameter 0,5 mm sehingga diperoleh tanah yang homogen. Masing-masing polybag diisi tanah yang sudah lolos ayakan sebanyak 5 kg tanah kering/polybag.

#### 3.4.2 Analisis Tanah Dasar

Tanah kering udara yang sudah lolos ayakan kemudian di analisis di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Dalam analisis laboratorium tersebut yang di analisa meliputi pH H<sub>2</sub>O, C-organik tanah, dan kadar NPK tanah.

#### 3.4.3 Inkubasi Pestisida Pada Media Tanam

Inkubasi pestisida dilakukan 2 minggu sebelum tanam. Pestisida yang digunakan memiliki nama merek dagang Decis 2.5EC. Aplikasi pestisida ini disemprotkan pada media tanam sebanyak 500 ml/polybag dengan berbagai dosis masing-masing 0,2 ml; 0,4 ml; 0,6 ml; dan 0,8 ml. Aplikasi dosis pestisida disesuaikan dengan perlakuan penelitian yang sudah dirancang.



#### 3.4.4 Persiapan Benih dan Persemaian

Benih yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis benih varietas Flamingo. Benih disemai dengan media tanam tanah penelitian di atas nampan. Setelah benih ditabur, ditutupi tanah setebal 1-2 cm. Selama penyemaian dilakukan penyiraman pagi dan sore hari. Lalu setelah tumbuh tunas dan berusia 14 hari dipilih 27 bibit tanaman sawi untuk kemudian ditanam di polybag yang merupakan petak percobaan yang diamati. Bibit yang ditanam yaitu bibit yang sehat, memiliki helai daun 3, dan berukuran seragam.

#### 3.4.5 Pemupukan

Pemberian pupuk dasar (N, P, K) diaplikasikan 1 hari sebelum tanam dengan dosis rekomendasi yaitu 300 kg/ha Urea, 311 kg/ha SP-36, 224 kg/ha KCl dan pupuk kandang sapi diaplikasikan 7 hari sebelum tanam dengan dosis 20 ton/ha sehingga didapatkan perhitungan 38,46 g/polybag. Untuk pupuk Urea pengaplikasiannya dilakukan 1 hari sebelum tanam sebanyak 150 kg/ha dan saat tanaman sudah berusia 14 hst sebanyak 150 kg/ha.

#### 3.4.6 Penanaman

Penanaman bibit sawi dilakukan ketika bibit sawi berumur 14 hari. Jumlah bibit sawi yang ditanam sebanyak 27 bibit yang memiliki kriteria 3 helai daun dan ukurannya seragam. Proses penanamannya dilakukan di polybag, 1 polybag 1 bibit sawi.

#### 3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan pada penelitian ini meliputi penyiangan, penyiraman, dan penyulaman. Penyiangan dilakukan setiap saat jika dijumpai gulma atau rumput liar yang tumbuh disekitar tanaman. Cara penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut gulma dan dilakukan hati-hati agar tidak merusak tanaman yang pada polibag. Penyiraman mulai aktif dilakukan setelah tanaman yang sudah disemai dipindahkan ke polibag. Penyiraman ini dilakukan setiap hari, pagi dan sore sampai tanaman dipanen. Penyulaman dilakukan pada hari ke 3 dan hari ke 8 setelah tanam, karena tanaman pada beberapa polibag mati, sehingga perlu

mengganti dengan bibit yang baru. Pemanenan dilakukan pada umur 28 hst dengan cara dicongkel dari tanah yang ada di dalam polibag.

### 3.5 Parameter Pengamatan

Dalam penelitian ini parameter yang diamati meliputi tanah dasar, tanah awal, tanah akhir, serapan hara dan produksi tanaman. Sampel tanah dasar diambil sebelum inkubasi pestisida, tanah awal diambil 0 hari setelah inkubasi pestisida (0 HSI), dan tanah akhir pada saat panen. Untuk produksi tanaman parameter yang diamati bobot segar tanaman. Bobot segar basah tanaman ditentukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman menggunakan timbangan analitik saat panen pada 28 HST. Serapan hara tanaman di analisis setelah bobot segar basah sawi di oven pada suhu 60-80°C selama 48 jam (Tabel 2).

**Table 2.** Parameter Pengamatan

Aspek	Parameter	Metode
Tanah	C-Organik (%)	Walkey and Black
	pH H <sub>2</sub> O	Glass electrode
	N-Total (%)	Kjeldahl
	P-Tersedia	P. Bray 1
	K-dd	NH <sub>4</sub> OAC 1N pH 7
Tanaman	N. Serapan	%N x BK
	P. Serapan	%P x BK
	K. Serapan	%K x BK
	Bobot Segar Basah	Gravimetri

#### 3.5.1 Pengamatan Produksi Tanaman

Pengamatan produksi tanaman sawi hijau dilakukan saat panen. Hasil tersebut diperoleh dari bobot segar basah tanaman sawi yang ditimbang pada masing-masing perlakuan.

#### 3.5.2 Pengamatan Sifat Kimia Tanah

##### a. Analisis N Tanah

Penentuan kadar N total menggunakan metode Kjeldahl, untuk menganalisis unsur N dalam tanaman, langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang sampel tanaman 0,1 g yang lolos ayakan 0,5 mm kemudian dimasukkan kedalam tabung Kjeldahl. Kemudian ditambahkan 1 g selen dan 5 ml asam sulfat pekat. Setelah itu didestruksi pada suhu 300°C atau hingga uap putih



keluar dan larutan berwarna kehijauan. Kemudian hasil destruksi didinginkan dan diencerkan dengan aquades hingga 50 ml. Setelah itu ditambahkan 20 ml NaOH 40% kemudian didestilasi. Hasil dari destilat kemudian ditampung dengan asam borat sebanyak 20 ml. Destilasi dilakukan hingga volume mencapai 60 ml dan berwarna hijau. Setelah itu hasil distilat kemudian dititrasi dengan  $H_2SO_4$  sampai dengan adanya perubahan dari warna hijau hingga menjadi merah anggur (kembali seperti warna borat semula). Hasil dari titrasi kemudian dihitung dengan rumus:

$$N_{\text{total}} (\%) = \frac{\text{ml. sampel} - \text{ml. blanko}}{\text{Berat sampel}} \times 0,014 \times N_{H_2SO_4} \times 100 \times f_k$$

Untuk mendapatkan nilai kadar N yang terdapat pada tanaman, nilai N total pada tanaman dikalikan dengan nilai faktor kadar air (fka) tanaman. Nilai fka didapatkan dari rumus:

$$fka = \frac{\text{kadar air} + 100}{100}$$

#### b. Analisis K Tanah

Penentuan K-dd menggunakan metode analisis  $NH_4OAC$  1N pH 7. Sampel tanaman ditimbang sebanyak 1 g, dimasukkan kedalam tabung sentrifuge. Kemudian ditambahkan 10 ml aquadest, kocok selama 30 menit dan disentrifuge 10 menit. Setelah itu buang cairan yang ada di tabung sentrifuge. Setelah membuang cairan, tambahkan 10 ml  $NH_4OAC$  1N pH 7, kocok dengan mesin pengocok selama 60 menit dan sentrifuge selama 10 menit dan buang cairan yang ada di tabung. Hal serupa dilakukan lagi yaitu menambahkan 10 ml  $NH_4OAC$  1N pH 7 ke dalam tabung, sentrifuge selama 10 menit dan buang cairan yang ada di tabung. Kemudian melakukan hal serupa sebanyak 1 kali lagi dan filtratnya diukur dengan menggunakan flame photometer. Rumus perhitungan K tersedia sebagai berikut:

$$K (\text{me}/100 \text{ g}) = \frac{\text{Bacaan sampel} - A}{B} \times \text{pengenceran} \times Fka$$

Untuk mendapatkan nilai kadar K yang terdapat pada tanaman, nilai K total pada tanaman dikalikan dengan nilai faktor kadar air (fka) tanaman. Nilai fka didapatkan dari rumus:

$$fka = \frac{\text{kadar air} + 100}{100}$$

### c. Analisis P Tanah

Pengukuran P tersedia menggunakan metode analisis Bray-1 dan Bray-2.

Sampel tanaman ditimbang sebanyak 2 g, dimasukkan kedalam tabung. Kemudian ditambahkan 20 ml pengestrak Bray-1 atau Bray-2 (ditentukan oleh pH tanah) kemudian kocok selama 5 menit dengan mesin pengocok. Setelah selesai larutan disaring dengan kertas saring *whatman* 42 dan filtrat dari saringan tersebut ditampung. Pipet 5 ml hasil saringan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 20 ml aquadest dan 8 ml reagen B. Didiamkan selama 20 menit. Selanjutnya menetapkan absorban dengan spectronic 21 dengan panjang gelombang 882nm demikian juga dengan deret standar P. Setelah itu mengkonversi bacaan absorban ke O.D dan menghitung besar mg l<sup>-1</sup>P berdasarkan garis regresi pada kurva standar P yang diperoleh. Rumus perhitungan P total sebagai berikut:

$$\text{Kadar P total (Mg/Kg)} = fka = \frac{\text{Bacaan sampel} - A}{B} \times \text{pengenceran} \times \text{Fka}$$

Untuk mendapatkan nilai kadar P yang terdapat pada tanaman, nilai P total pada tanaman dikalikan dengan nilai faktor kadar air (fka) tanaman. Nilai fka didapatkan dari rumus:

$$fka = \frac{\text{kadar air} + 100}{100}$$

### d. Analisis pH H<sub>2</sub>O Tanah

Penentuan pH dapat dilakukan dengan metode gelas elektroda dengan menimbang sampel tanah kering yang sudah lolos ayakan 2 mm ditimbang 10 g kemudian masukkan dalam fial film. Selanjutnya ditambahkan 10 ml aquadest (penetapan pH H<sub>2</sub>O). Sampel yang sudah dicampur dengan aquadest dikocok dengan mesin pengocok selama 60 menit, sesudah itu didiamkan selama 24 jam



kemudian diukur menggunakan pH meter yang sudah dikalibrasi dengan larutan buffer penyangga pH = 4 dan pH = 7, catat pH yang ditampilkan pada pH meter.

e. Analisis C-organik Tanah

Analisis C-Organik tanah menggunakan metode *Walkey and Black* dengan menimbang 0,5g tanah yang telah lolos ayakan 0,5 mm kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 500ml. Setelah itu ditambahkan 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  ditambahkan ke dalam labu erlenmeyer. Setelah itu tambahkan 20 ml asam sulfat ke dalam labu erlenmeyer dan digoyangkan agar tanah bereaksi sempurna. Larutan didiamkan selama 30 menit kemudian diencerkan dengan aquades 200 ml dan tambahkan 10 ml asam fosfat 85%, tambahkan indikator Difenilamina 30 tetes. Setelah itu larutan dapat dititrasi dengan  $FeSO_4$  menggunakan biuret. Titrasi sampai warna berubah menjadi hijau terang. Kemudian siapkan sebuah blanko (tanpa tanah) dikerjakan dengan cara yang sama.

$$C\text{-Organik (\%)} = \frac{ml. \text{ blanko} - ml. \text{ sampel} \times 3 \times fka}{ml. \text{ blanko} \times \text{Berat sampel}}$$

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya di analisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada *software Genstat*. Apabila dalam analisis ragam berpengaruh nyata, maka dilakukan pengujian lanjut menggunakan Uji DUNCAN pada taraf 5%.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Tanah Dasar

Analisis tanah dasar sangat penting dalam kegiatan budidaya. Fungsi dari analisis ini untuk mengetahui kadar kandungan hara dalam tanah rendah, sedang, maupun tinggi. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis tanah dasar sebelum kegiatan budidaya (Tabel 3).

**Table 3.** Hasil Analisis Laboratorium Tanah Dasar

Aspek	Parameter	Nilai	Kriteria
Tanah	pH H <sub>2</sub> O	5,62	Agak masam
	C-organik	0,78 %	Sangat rendah
	N-total	0,06 %	Sangat rendah
	P-tersedia	63,29 mg/kg	Sangat tinggi
	K-dd	4,66 me/100g	Sangat tinggi
Pupuk Kandang Sapi	pH H <sub>2</sub> O	6,58	Agak masam
	C-organik	6,23 %	Sangat tinggi
	N-total	0,64 %	Tinggi
	P-tersedia	29,56 mg/kg	Tinggi
	K-dd	19,51 me/100g	Sangat tinggi

Sumber: Eviati dan Sulaiman (2009)

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai kandungan pH H<sub>2</sub>O sebesar 5,62, C-organik sebesar 0,78 %, N-total sebesar 0,06 %, P-tersedia sebesar 63,29 mg/kg, dan K-dd sebesar 4,66 me/100g. Menurut Eviati dan Sulaiman (2009) mengemukakan apabila nilai pH H<sub>2</sub>O berkisar 5,5-6,5 tergolong agak masam, C-organik bernilai <1 tergolong sangat rendah, N-total <0,1 tergolong sangat rendah, P-tersedia >15 tergolong sangat tinggi, dan K-dd >1 tergolong sangat tinggi (Lampiran 5).

### 4.2 Pengaruh Pestisida Terhadap Serapan Hara N, P, dan K Tanaman Sawi

Tanaman mengambil unsur hara N dalam bentuk NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Senyawa N ini digunakan tanaman untuk membentuk asam amino yang akan diubah menjadi protein dan membentuk klorofil. Senyawa tersebut juga berperan penting dalam perbaikan pertumbuhan vegetatif tanaman (Hardjowigeno, 2003). Unsur hara P pada tanaman berperan dalam proses pemecahan karbohidrat untuk energi.

Peredaran dan penyimpanannya keseluruhan tanaman berbentuk ADP dan ATP.

Selain itu, peran P membelah sel melalui nukleoprotein yang ada dalam inti sel, menentukan pertumbuhan akar, serta mempercepat kematangan dan produksi



(Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Tidak hanya unsur N dan unsur P saja yang dibutuhkan tanaman, unsur lain yang sangat dibutuhkan tanaman yakni unsur hara

K. Tanaman yang kekurangan unsur K lebih peka terhadap penyakit dan produksi yang dihasilkan biasanya rendah, baik buah, daun, maupun biji.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pestisida berpengaruh nyata terhadap serapan hara N, P, dan K tanaman sawi (Lampiran 4).

Tabel 4 menunjukkan bahwa serapan hara N tertinggi tanaman sawi sebesar 0,19 g/tan terdapat pada perlakuan P3 (pestisida dosis 0,6 ml) dan 0,18 g/tan pada perlakuan P0 (tanpa pestisida), sedangkan serapan hara N terendah tanaman sawi 0,05 g/tan terdapat pada perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi). Serapan hara P tertinggi tanaman sawi 0,013 g/tan terdapat pada perlakuan P3 (pestisida dosis 0,6 ml) dan 0,012 g/tan pada perlakuan P0 (tanpa pestisida), sedangkan serapan hara P terendah tanaman sawi 0,001 g/tan terdapat pada perlakuan P2 (pestisida dosis 0,4 ml) dan perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi). Serapan hara K tertinggi tanaman sawi 0,32 g/tan terdapat pada perlakuan P0 (tanpa pestisida), sedangkan serapan hara K terendah 0,07 gr/tan terdapat pada perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi).

**Table 4.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap N, P, K Serapan Tanaman Sawi

Perlakuan	N. Serapan (g/tan)	P. Serapan (g/tan)	K. Serapan (g/tan)
P0	0,18 d	0,012 d	0,32 e
P1	0,10 ab	0,003 ab	0,14 ab
P2	0,08 a	0,001 a	0,12 ab
P3	0,19 d	0,013 d	0,28 de
P4	0,13 bc	0,007 c	0,21 c
P5	0,05 a	0,001 a	0,07 a
P6	0,09 a	0,003 ab	0,13 ab
P7	0,11 abc	0,005 bc	0,17 bc
P8	0,14 c	0,007 c	0,23 cd

Keterangan: Bilangan diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. P0: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + BO kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + BO kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + BO kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + BO kandang sapi.

Secara umum pemberian pupuk dasar NPK hanya efektif terhadap perlakuan P0 (tanpa pestisida) karena menunjukkan hasil serapan NPK tertinggi (Tabel 4). Pada perlakuan pestisida dan pestisida + pupuk kandang sapi, pupuk dasar NPK tidak efektif terhadap hasil serapan NPK tanaman. Serapan tanaman dari senyawa organik seperti pestisida, bervariasi dengan iklim, bahan organik



tanah dan kadar air, karakteristik tanaman (laju transpirasi, kadar lipid akar), sifat fisiko-kimia dari senyawa dan kehadiran beberapa kontaminan (Collins *et al.*, 2006; Motoki *et al.*, 2015). Setelah di panen, disipasi pestisida juga dapat terjadi dengan tindakan metabolisme tanaman, membalikkan translokasi dari akar ke tanah dan pertumbuhan tanaman itu konsentrasi pestisida encer (Hwang *et al.*, 2017). Untuk diambil oleh tanaman, pestisida harus ada dalam larutan tanah. Karena itu kuat *adsorpsi*, yang mengarah pada konsentrasi pestisida yang lebih rendah dalam larutan, menghasilkan pengurangan serapan tanaman, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dapat memberikan peluang untuk serapan lebih banyak oleh akar tanaman (Hwang *et al.*, 2017).

### 4.3 Pengaruh Pestisida Terhadap Produksi Tanaman Sawi

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu pestisida berpengaruh nyata terhadap bobot segar basah tanaman sawi (Lampiran 4). Tabel 5 menunjukkan bobot segar basah tertinggi pada perlakuan P0 (tanpa pestisida) sebesar 80,83 g dan hasil terendah terdapat pada perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 16,90 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian inkubasi pestisida sebelum tanam tidak berperan efektif dalam meningkatkan produksi tanaman sawi. Bobot segar tanaman sawi dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan jumlah daun, semakin tinggi tanaman dan semakin banyak jumlah daun maka bobot segar tanaman akan semakin tinggi, sehingga meningkatkan produksi (Prasetya *et al.*, 2009).

Dalam penelitian Glover dan Tetteh (2008) bahwa efek residu dari pestisida beracun cenderung bervariasi dengan aplikasi awal dosis. Misalnya, insektisida seperti lindane ketika diaplikasikan pada konsentrasi (156 dan 125 g/ha) menghambat aktivitas mikroba juga hasil panen untuk tanaman sayuran. Sebagai contoh, hasil tanaman sayuran yang tidak diolah adalah tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman olahan *lindane* dalam kondisi serupa dan tanah sebagai tempat degradasi menyebabkan pelepasan N sehingga meningkatkan konsentrasinya dalam tanah.



**Table 5.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap Bobot Segar Basah Sawi

Perlakuan	Bobot Segar (g/tan)
P0	80,83 e
P1	34,20 bc
P2	19,45 a
P3	73,50 e
P4	48,30 d
P5	16,90 a
P6	27,90 ab
P7	43,83 cd
P8	48,80 d

Keterangan: Bilangan diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. PO: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi.

#### 4.4 Pengaruh Pestisida Terhadap Sifat Kimia Tanah

##### 4.4.1 pH Tanah

Kemasaman tanah merupakan salah satu faktor penting dalam tanah. pH tanah dapat mempengaruhi ketersediaan hara tanah dan berhubungan dengan kualitas tanah, faktor pembatas pertumbuhan tanaman, serta produksi tanaman.

Pengukuran pH tanah sangat diperlukan untuk mengetahui tanah masam atau alkalis. Nilai pH tanah dapat dijadikan suatu indikator dalam penentuan tingkat kesuburan tanah. Nilai pH menunjukkan banyaknya ion H<sup>+</sup> (Hidrogen) yang terkandung di dalam tanah. Semakin tinggi ion H<sup>+</sup> di dalam tanah, maka semakin masam tanah tersebut. Hardjowigeno (2003) menyatakan nilai pH berkisar 0-14 dengan pH 7 disebut netral, pH<7 disebut masam, dan pH>7 disebut alkalis. Di Indonesia pH tanah bereaksi masam dengan nilai pH berkisar 4,0 – 5,5, sehingga apabila ditemukan tanah dengan nilai pH 6,0 – 6,5 sering dikatakan netral, meskipun sebenarnya masih agak asam. Oleh karena itu, pengukuran pH tanah sangat penting untuk mengetahui ketersediaan optimum dari beberapa unsur hara di dalam tanah.

Berdasarkan hasil analisis ragam dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap pH H<sub>2</sub>O awal (0 hari setelah inkubasi), sedangkan pada hasil analisis ragam pH H<sub>2</sub>O akhir dosis pestisida berpengaruh nyata (Lampiran 3). Pada Tabel

6 terdapat hasil analisis laboratorium pH tanah.

**Table 6.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap pH H<sub>2</sub>O Tanah

Perlakuan	pH H <sub>2</sub> O Awal	pH H <sub>2</sub> O Akhir
P0	5,64	5,75 bcd
P1	5,59	5,68 ab
P2	5,68	5,59 a
P3	5,65	5,75 bc
P4	5,67	5,72 b
P5	5,59	5,88 de
P6	5,67	5,91 e
P7	5,67	5,87 cde
P8	5,69	5,88 cde

Keterangan: Bilangan diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. PO: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pH H<sub>2</sub>O awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) tertinggi pada perlakuan P8 (pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 5,69 dan terendah sebesar 5,59 pada perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi) dan perlakuan P1 (pestisida dosis 0,2 ml). Sedangkan pH H<sub>2</sub>O akhir perlakuan tertinggi sebesar 5,91 pada perlakuan P6 (pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi) dan terendah P2 (pestisida dosis 0,4 ml) sebesar 5,59.

Hasil yang diperoleh menunjukkan pH tanah mengalami peningkatan setelah di inkubasi pestisida. Dari hasil analisis pH dasar sebesar 5,62 menjadi 5,69 pH H<sub>2</sub>O awal (0 HSI), sedangkan pada pH H<sub>2</sub>O akhir hasilnya berpengaruh nyata sebesar 5,91. Hal tersebut disebabkan karena degradasi abiotik deltametrin stabil pada pH 5 sampai pH 7 suhu (25°C), menyebabkan nilai pH H<sub>2</sub>O tanah tidak mengalami aktivitas penurunan ataupun peningkatan yang signifikan (Standing Committee on Biocidal Products, 2011). Meningkatnya pH H<sub>2</sub>O juga diduga karena adanya proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah. Bahan organik kandang sapi yang diberikan pada media tanam mengalami humifikasi membentuk humus, sehingga terjadi mineralisasi humus menghasilkan kation-kation basa yang meningkatkan pH H<sub>2</sub>O. Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa pupuk organik yang diberikan ke tanah berkaitan terhadap kesuburan tanah, yang berpengaruh pada beberapa sifat kimia tanah, antara lain meningkatkan pH sehingga unsur hara lebih mudah diserap oleh tanaman.

#### 4.4.2 C-Organik Tanah



Kandungan bahan organik tanah telah terbukti berperan aktif dalam mengendalikan kualitas tanah baik secara fisik, biologi maupun kimia. C-organik merupakan penyusun utama bahan organik tanah. Kandungan C-organik juga menjadi indikator besar kecilnya bahan organik dalam tanah. Eviati dan Sulaiman (2009) menyatakan bahwa klasifikasi tingkatan kandungan C-organik tanah dikategorikan sangat rendah apabila C-organik tanah bernilai  $<1\%$ , kategori rendah bernilai 1-2%, kategori sedang bernilai 2-3%, kategori tinggi bernilai 3-4%, dan kategori sangat tinggi bernilai  $>5\%$ . Selain itu, bahan organik juga membebaskan unsur N dan senyawa lainnya setelah mengalami proses dekomposisi oleh aktifitas jasad renik tanah dan menentukan interaksi antar komponen abiotik ataupun biotik dalam ekosistem tanah.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap kadar C-organik awal (0 hari setelah inkubasi) sedangkan pada kadar C-organik akhir dosis pestisida berpengaruh nyata (Lampiran 3). Kadar tertinggi C-organik awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) terdapat pada perlakuan P4 (pestisida dosis 0,8 ml) sebesar 0,85% dan terendah pada perlakuan P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 0,44%, sedangkan kadar C-organik akhir tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 1,08% dan terendah pada perlakuan P4 (pestisida dosis 0,8 ml) sebesar 0,38% (Tabel 7).

**Table 7.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap C-organik Tanah

Perlakuan	C-Organik Awal (%)	C-Organik Akhir (%)
P0	0,69	0,68 a
P1	0,50	0,71 a
P2	0,72	0,82 a
P3	0,71	0,77 a
P4	0,85	0,38 a
P5	0,76	1,08 b
P6	0,67	0,90 ab
P7	0,44	0,71 a
P8	0,62	0,75 a

Keterangan: Bilangan diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. PO: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi.



Bahan organik memiliki peranan penting dalam memperbaiki kualitas tanah. Jika dilihat dari analisis laboratorium, ada penurunan dan peningkatan jumlah kadar C-organik awal (0 HSI) dan C-organik akhir saat panen. C-organik analisis dasar menunjukkan hasil sebesar 0,78%, setelah di inkubasi pestisida rata-rata mengalami penurunan pada analisis C-organik awal, sedangkan pada C-organik akhir mengalami peningkatan kadar pada perlakuan pestisida + pupuk kandang sapi, sedangkan pada perlakuan tanpa pestisida dan pestisida terjadi penurunan. Diduga penurunan tersebut terjadi akibat tidak adanya penambahan bahan organik pada saat sebelum tanam. Hasil penelitian Takata *et al.* (2011) menunjukkan bahwa pemberian kotoran sapi dapat meningkatkan kadar C-organik dalam larutan tanah.

Dalam penelitian lain menjelaskan bahwa mekanisme ikatan bahan organik dengan pestisida dipengaruhi oleh besar kecilnya kandungan pH dalam tanah. Pada pH <5 fraksi penconazole pestisida hidrofobik dan metalaxyl diserap oleh bahan organik tanah karena terjadi peningkatan fraksi terprotonasi dari gugus karboksilat yang mampu meningkatkan sifat hidrofobik dari bahan organik dan *absorpsi* pestisida yang disukai bahan organik, sedangkan pada pH >5, itu tidak tergantung pH karena efek ini terkait kandungan gugus asam karboksilat di bahan organik (Gondar *et al.*, 2013).

Hasil lain menunjukkan pelepasan deltametrin sudah dipertahankan oleh matriks tanah atau perombakan deltametrin dalam bentuk endapan pada tahap larutan. Fenomena tersebut terjadi pada konsentrasi awal yang tinggi. Hasil itu mengindikasikan bahwa deltametrin dipertahankan oleh fraksi bahan organik tanah. Bahan organik terlarut dapat bertindak sebagai pelarut bersama dalam disolusi dari deltametrin, yang pembentukan endapannya selama 6 jam pertama reaksi. Deltametrin mungkin juga diserap oleh mekanisme lain seperti hidrofilik, hidrofobik, dan elektrostatik (Zhu dan Selim, 2002). Hasil ini sesuai dengan analisis C-organik awal (0 HSI) pada perlakuan P4 (pestisida dosis 0,8 ml) yang merupakan perlakuan dosis pestisida tertinggi.

#### 4.4.3 N-total



Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial yang bersifat mobil, baik di dalam tanah maupun di dalam tanaman. Selain itu, nitrogen bersifat sangat mudah larut saat terkena air pengairan dan mudah hilang ke atmosfer karena penguapan (Mawardiana, 2013). Kekurangan unsur nitrogen mengakibatkan pertumbuhan tanaman tidak optimal dan menurunkan produktivitasnya. Penurunan unsur hara N dalam tanah dipengaruhi oleh penurunan jumlah bahan organik dan mikroorganisme tanah. Karena di dalam susunan jaringan bahan organik terkandung unsur nitrogen organik yang terdekomposisi oleh mikroorganisme menjadi nitrogen tersedia bagi tanaman (Izzudin, 2012).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap N-total awal 0 HSI (hari setelah inkubasi), sedangkan pada N-total akhir dosis pestisida berpengaruh nyata (Lampiran 3). Hasil analisis laboratorium N-total tanah disajikan pada (Tabel 8).

**Table 8.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap N-total Tanah

Perlakuan	N-Total Awal (%)	N-Total Akhir (%)
P0	0,063	0,064 a
P1	0,068	0,065 ab
P2	0,068	0,066 ab
P3	0,073	0,067 ab
P4	0,069	0,067 ab
P5	0,069	0,083 c
P6	0,069	0,082 c
P7	0,069	0,076 bc
P8	0,071	0,077 bc

Keterangan: Bilangan diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. P0: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi.

Tabel 8 menunjukkan bahwa N-total awal memiliki nilai relatif sama pada perlakuan pestisida sebesar 0,07% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan tanpa pestisida (P0) sebesar 0,06%. Sedangkan pada N-total akhir nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi) dan P6 (pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 0,08% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan P0 (tanpa pestisida) sebesar 0,06%.

Dari hasil interpretasi di atas, terjadi peningkatan kandungan N dalam tanah saat panen. Peningkatan tersebut diduga karena adanya penambahan pupuk



dasar Urea 1 hari sebelum tanam dan 14 HST. Selain itu, kandungan N juga mengalami peningkatan nilai yang signifikan pada perlakuan pestisida + pupuk kandang sapi. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi pelepasan hara dari proses dekomposisi bahan organik ke dalam tanah sebagai stimulan bertambahnya N dalam tanah. Dalam penelitian Afandi *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan N-total tanah, dengan nilai rerata terendah terdapat di perlakuan kontrol dan kotoran ayam 5 ton ha<sup>-1</sup> dengan nilai sebesar 0,22% dan nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan kotoran sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan kotoran sapi 15 ton ha<sup>-1</sup> sebesar 0,27%.

Meskipun kandungan N mengalami peningkatan dalam tanah, akan tetapi tidak mampu meningkatkan serapan N tanaman (Tabel 4). Hal tersebut disebabkan oleh pupuk kandang sapi yang belum terdekomposisi sempurna. Sarjiyah (2014) menyatakan bahwa pupuk organik yang diinkubasi ke dalam tanah selama 1 minggu sebelum tanam tidak memberikan hasil yang signifikan pada saat pengamatan pertumbuhan tanaman padi pada minggu ke 9. Selain itu, faktor lain yang menyebabkan kandungan N di tanah meningkat yakni residu pestisida. Residu pestisida mampu menjerap unsur hara N dalam tanah, sehingga tanaman tidak mampu menyerap unsur N dengan optimal.

Menurut Glover dan Tetteh (2008) menjelaskan bahwa kerusakan pestisida tertentu mengarah pada peningkatan ketersediaan hara tanaman di tanah sehingga mempengaruhi hasil panen. Sebagai contoh, hasil tanaman sayuran yang tidak diolah adalah tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman olahan *lindane* dalam kondisi serupa dan tanah sebagai tempat degradasi menyebabkan pelepasan N sehingga meningkatkan konsentrasinya dalam tanah. Oleh sebab itu, pupuk dasar Urea maupun pupuk kandang sapi yang diberikan ke dalam tanah tidak efisien karena terjebak oleh residu pestisida.

#### 4.4.4 P-tersedia

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial dalam tanah yang berperan penting terhadap tanaman. Tidak ada unsur lain yang mampu menggantikan peran P di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan unsur hara P secara cukup untuk menunjang pertumbuhannya. Menurut Sudaryono (2009)



menyatakan bahwa peran penting unsur hara P bagi tanaman yaitu dalam proses respirasi, fotosintesis, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses metabolisme tanaman yang lain. Kandungan P-tersedia seringkali terikat oleh unsur hara mikro Fe dan Al di dalam tanah, unsur-unsur tersebut berpengaruh buruk untuk tanaman bahkan bias bersifat racun apabila kandungannya terlampau tinggi. Untuk menanggulangi hal tersebut perlu menjaga kondisi pH tanah, sehingga kandungan P-tersedia dapat diserap oleh tanaman.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) dan P-tersedia akhir (Lampiran 3). Hasil analisis laboratorium P-tersedia tanah disajikan pada (Tabel 9).

**Table 9.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap P-tersedia Tanah

Perlakuan	P-Tersedia Awal (mg/kg)	P-Tersedia Akhir (mg/kg)
P0	64,56	98,5
P1	61,06	105,3
P2	62,36	112,7
P3	62,28	94,0
P4	58,74	101,1
P5	61,63	100,2
P6	59,33	115,7
P7	64,70	120,4
P8	62,47	121,1

Keterangan: P0: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi.

Tabel 9 menunjukkan P-tersedia awal (0 HSI) tertinggi pada perlakuan P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 64,70 mg/kg dan terendah perlakuan P4 (pestisida dosis 0,8 ml) sebesar 58,74 mg/kg. Sedangkan P-tersedia akhir perlakuan tertinggi pada P8 (pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 121,1 mg/kg dan terendah sebesar 94,0 mg/kg pada perlakuan P3 (pestisida dosis 0,6 ml). P-tersedia tanah ini tergolong sangat tinggi.

Peningkatan kandungan P-tersedia dalam tanah disebabkan oleh penambahan pupuk dasar SP-36 dan juga kandungan pH dan C-organik tanah.

Menurut Adrinal (2012) menyatakan bahwa semakin baik kondisi unsur hara



tanah terutama P-tersedia tinggi diduga karena meningkatnya pH, ataupun disebabkan oleh aktifitas lahan sebelumnya digunakan secara intensif untuk tanaman semusim dengan menggunakan pupuk buatan. Pemberian bahan organik ke dalam tanah juga mempengaruhi ketersediaan P, dengan menyuplai humus hasil dari dekomposisinya.

Kandungan P yang tinggi dalam tanah efektif terhadap serapan hara P tanaman perlakuan P<sub>0</sub> (tanpa pestisida) sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi. Sebaliknya pada perlakuan pestisida dan pestisida + pupuk kandang sapi, kandungan P tidak terserap optimal oleh tanaman (Tabel 4). Selain itu, penambahan pupuk P anorganik tidak memberikan hasil yang optimal terhadap produksi sawi hijau. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Sudaryono et al. (2011) bahwa pemberian pupuk anorganik P secara tunggal tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai. Dalam studi kasus tersebut menunjukkan bahwa kandungan P didalam tanah terjerap oleh residu pestisida. Hal ini sesuai dengan Glover dan Tetteh (2008) menjelaskan bahwa kerusakan pestisida tertentu mengarah pada peningkatan ketersediaan nutrisi tanaman di tanah sehingga mempengaruhi hasil panen. Sehingga menyebabkan penumpukkan kandungan P di tanah.

#### 4.4.5 K-dd

Kalium merupakan unsur hara esensial setelah Nitrogen dan Fosfor yang diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K<sup>+</sup>. Muatan positif dalam kalium akan membantu menetralkan muatan listrik yang disebabkan oleh muatan negatif Fosfat, Nitrat, atau unsur hara lainnya (Utami, 2009). Sumber utama kadar K dalam tanah adalah hasil keseimbangan antara suplai dari pelarutan mineral-mineral K (fledspar), sehingga terdapatnya kandungan mineral tersebut mengindikasikan adanya sumber K di dalam tanah (Prasetyo, B. H., 2007). Ketersediaan Kalium dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tipe koloid tanah, suhu, pembasahan dan pengeringan, pH tanah dan pelapukan, sedangkan kehilangan K dari tanah dapat terjadi melalui beberapa proses yaitu terangkut tanaman, tercuci dan tererosi (Nyakpa *et al.*, 1988). Kehilangan unsur K semakin besar apabila tekstur tanah kasar, kandungan bahan organik rendah dan pH tanah rendah.



Berdasarkan hasil analisis analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pestisida berpengaruh nyata terhadap K-dd awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) dan K-dd akhir (Lampiran 3). Kandungan K-dd awal tertinggi pada perlakuan P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 4,70 me/100g dan terendah perlakuan P6 (pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 0,79 me/100g. Sedangkan K-dd akhir tertinggi pada perlakuan P8 (pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 4,72 me/100g dan terendah perlakuan P0 (tanpa pestisida) sebesar 2,46 me/100g (Tabel 10). Dari hasil tersebut menunjukkan kandungan K-dd dalam tanah tergolong sangat tinggi.

Pada penelitian Zhu dan Selim (2002) menjelaskan bahwa deltameterin menunjukkan retensi yang kuat dari waktu ke waktu untuk semua studi tanah yang diamati. *Adsorpsi* tanah terhadap deltameterin dapat meningkatkan kapasitas tukar kation. Untuk tanah daerah Vacherie menunjukkan pemulihan tertinggi dan jumlah residu terendah yang dipertahankan pada tanah. Hal tersebut disebabkan oleh efek pelarutan bahan organik dalam tanah. Studi literatur tersebut relevan dengan penelitian yang sudah saya lakukan, bahwa pada perlakuan pestisida + BO kandang sapi menunjukkan hasil signifikan pada analisis K-dd akhir (Tabel 10).

**Table 10.** Pengaruh Dosis Pestisida Terhadap K-dd Tanah

Perlakuan	K-dd Awal (me/100g)	K-dd Akhir (me/100g)
P0	3,20 b	2,46 a
P1	3,20 b	2,65 a
P2	1,45 a	2,62 a
P3	4,31 bc	2,69 a
P4	1,47 a	3,27 ab
P5	1,03 a	4,04 bc
P6	0,79 a	4,54 c
P7	4,70 c	3,77 bc
P8	3,88 bc	4,72 c

Keterangan: Bilangan diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. P0: tanpa pestisida, P1: pestisida dosis 0,2 ml, P2: pestisida dosis 0,4 ml, P3: pestisida dosis 0,6 ml, P4: pestisida dosis 0,8 ml, P5: pestisida dosis 0,2 ml + pupuk kandang sapi, P6: pestisida dosis 0,4 ml + pupuk kandang sapi, P7: pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi, P8: pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi.

Pada analisis K-dd awal (0 HSI) terjadi penurunan kadar saat di analisis laboratorium. Penurunan terjadi karena adanya suatu proses peruraian secara kimiawi (*chemical degradation*) dan peruraian secara mikrobiologi (*microbial degradation*) yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah (Walker dan Stojanovic,

1983). Sedangkan peningkatan kadar K-dd akhir terdapat pada P8 (pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi) sebesar 4,72 me/100g diduga karena adanya aplikasi pupuk dasar KCL dan bahan organik. Hal ini sesuai dengan Sulistinah *et al.* (2011) menyatakan bahwa penambahan bahan organik terhadap tanah tercemar pestisida bermanfaat untuk mendukung populasi mikroba yang efektif memineralisasi residu pestisida menjadi nutrisi tanah. Oleh sebab itu, kondisi tanah erat sekali hubungannya dengan kadar bahan organik, semakin tinggi kadar bahan organik semakin tinggi pula pestisida yang terjerap (Allison, 1973).

Kandungan K tanah yang tinggi tidak mampu terserap optimal pada perlakuan pestisida dan pestisida + pupuk kandang sapi. Tapi sebaliknya pada perlakuan P0 (tanpa pestisida) unsur hara K terserap optimal yang menyebabkan peningkatan pertumbuhan maupun produksi tanaman sawi. Residu pestisida yang terdapat di dalam tanah menghambat penyerapan unsur hara oleh tanaman. Sehingga menyebabkan penumpukan unsur hara K didalam tanah. Menurut Glover dan Tetteh (2008) menjelaskan bahwa kerusakan pestisida tertentu mengarah pada peningkatan ketersediaan hara tanaman di tanah sehingga mempengaruhi hasil panen.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian berbagai dosis pestisida maupun (dosis pestisida + pupuk kandang sapi) dapat meningkatkan sifat kimia tanah berupa kandungan pH H<sub>2</sub>O awal 0 hsi (hari setelah inkubasi) sebesar 5,69 pada P8 (pestisida dosis 0,8 ml + pupuk kandang sapi), C-organik tanah awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) sebesar 0,85% pada P4 (pestisida dosis 0,8 ml), N-total tanah awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) meningkat menjadi 0,073% pada P3 (pestisida dosis 0,6 ml), P-tersedia tanah awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) meningkat menjadi 64,70 mg/kg pada P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi), dan K-dd tanah awal 0 HSI (hari setelah inkubasi) meningkat menjadi 4,70 me/100g pada P7 (pestisida dosis 0,6 ml + pupuk kandang sapi).
2. Perlakuan P3 (pestisida dosis 0,6 ml) signifikan terhadap serapan hara N dan P dengan nilai sebesar N (0,19 g/tan) dan P (0,013 g/tan), sedangkan pada serapan hara K tidak signifikan. Pada P0 (tanpa pestisida) memiliki nilai yang signifikan yaitu masing-masing N (0,18 g/tan), P (0,012 g/tan), K (0,32 g/tan).
3. Dosis pestisida mampu meningkatkan produksi tanaman sawi hijau sebesar 73,50 g terdapat pada perlakuan P3 (pestisida dosis 0,6 ml), akan tetapi nilai tersebut masih di bawah perlakuan P0 (tanpa pestisida) sebesar 80,83 g. Sedangkan pada perlakuan (pestisida + pupuk kandang sapi) tidak memberikan pengaruh terhadap tanaman sawi hijau.

### 5.2 Saran

Kontaminasi tanah oleh pestisida harus menjadi aspek penting dalam menjaga kualitas tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Oleh karena itu pemerintah sebaiknya memperkuat undang-undang tentang pencemaran lingkungan untuk memerangi ancaman pestisida pada tanah, demi mencegah terjadinya degradasi tanah yang saat ini terus terjadi.



## DAFTAR PUSTAKA

Adrinal. 2012. Perbaikan Sifat Fisiko Kimia Tanah. *Jurnal Solum*. Vol 9 (1) : 25-32.

Adnan, Hasanuddin, dan Manfarizah. 2012. Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Glifosfat dan Paraquat Pada Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) Serta Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah, Karakteristik Gulma Dan Hasil Kedelai. *Jurnal Agrista*. Vol 16 (3) : 135-145.

Afandi, F.N., B. Siswanto dan Y. Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Ubi Jalar Di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol 2 (2) : 237-244.

Allison, F. E. 1973. *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 1961.

Cahyono, B. 2003. *Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pai-Tsai)*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. Hal: 12-62.

Chaplain, V., Mamy, L., Vieuble-Gonod, L., Mougine, C., Benoit, P., Barriuso, E., Nelieu, S. 2011. Fate of Pesticides in Soils: Toward an Integrated Approach of Influential Factors. In: *Pesticides in the Modern World- Risks and Benefits*. M. Stoytcheva (Ed.) 2011, pp. 535-560.

Collins, C., Fryer, M., Grosso, A. 2006. Plant uptake of non-ionic organic chemicals. *Environ. Sci. Technol.* 40, 45-52.

Cycon, M. dan S.Z. Piotrowska. 2007. Effect of Selected Pesticide on Soil Microflora Involved in Organic Matter and Nitrogen Transformations: Pot Experiment. *Pol J Ecol.* 55: 207-220.

Cycon, M., A. Zmijowska, Z. Piotrowska-Seget. 2013. Enhancement of Deltamethrin Degradation by Soil Bioaugmentation with Two Different Strains of *Serratia marcescens*. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*

Deptan. 2011. *Tanaman Hortikultura dan Palawija*. Departemen Pertanian Jakarta.

Edwards CA (1975) Factors That Affect the Persistence of Pesticides in Plants and Soils. *Pure Appl Chem.* 42:39-56.

Eviati dan Sulaiman, 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

Glover, A. M., dan F. M. Tetteh. 2008. Effect of Pesticide Application Rate on Yield of Vegetables and Soil Microbial Communities. *West Afr J App Ecol.* 12: 1.



Gondar, D., R. Lopez, J. Antelo and F. Arce. 2013. Effect Of Organic Matter and pH on The Adsorption of Metalaxyl and Penconazole by Soils. Journal of Hazardous Materials. 260 (2013): 627-633

Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Presindo. Jakarta.

Hwang, J. I., Lee, S. E., Kim, J. E. 2017. Comparison of Theoretical and Experimental Values for Plant Uptake of Pesticides from Soil. PLoS ONE 12: e0172254.

Indria, T. A. 2005. Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah Dan Pemberian Macam Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*). Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Izzudin. 2012. Perubahan Sifat Kimia dan Perambahan di Areal Hutan Pinus Reboisasi Kabupaten Humbang Hasunduta Provinsi Sumatera Utara. Skripsi

Kesuma, D.S., Hariyadi. dan Anwar, S. 2015. Dampak Aplikasi Herbisida IPA Glifosfat Dalam Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) Terhadap Tanah Dan Tanaman Padi Sawah. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Vol 5 (1) : 61-70.

Ketaren, S. N. 2008. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Andisol Pada Sistem Pertanian Organik Akibat Pengolahan Tanah Dan Pemberian Pupuk Organik. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.

Komisi Pestisida. 1997. Metode Pengujian Residu Pestisida dalam Hasil Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.

Korlina, E., Sugiono dan Rachmawati, D. 2015. Efektifitas Pestisida 1-Methylcyclopropene Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung. Prosiding Seminar Nasional Serealia : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Timur.

Leiwakabessy, F. M. dan A. Sutandi. 2004. Pupuk dan Pemupukan. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Mawardiana. 2013. Pengaruh Residu Biochar dan Pemupukan NPK Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. Jurnal Konservasi Sumber Daya Lahan. Vol 1 (1).

Motoki, Y., Iwafune, T., Seike, N., Otani, T., Akiyama, Y. 2015. Relationship between Plant Uptake of Pesticides and Water-Extractable Residue in Japanese Soils. J. Pestic. Sci. 40: 175-183.

Novizan. 2009. Petunjuk Pemupukan Yang Efektif. Agromedia Pustaka. Jakarta. Hal: 23-24.



- Nyakpa, M. Y., A. M. Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, G. B. Hong, dan M. Hakim. 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Prasetya, B., S. Kurniawan dan M. Febrianingsih. 2009. Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pupuk Cair Terhadap Serapan dan Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea L.*) pada Entisol. AGRITEK. Vol 17 (5).
- Prasetyo, B. H. 2007. Perbedaan Sifat-Sifat Tanah Vertisol dari Berbagai Bahan Induk. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Vol 9 (1) : 20-31.
- Rukmana, R. 2005. Bertanam Sawi dan Petsai. Jakarta: Penebar Swadaya. dalam Munthe, K., Pane, E. dan Panggabean, E.L. 2018. Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Pada Media Tanam Yang Berbeda Secara Vertikultur. Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian. Vol 2 (2) : 138-151.
- Rukmana, R. 2007. Bertanam Petsai dan Sawi. Kanisius. Yogyakarta. Hal: 11-35.
- Sandjaja, O. J. D. H. 2014. Pengembangan Metode Analisis Deltametrin dalam Matriks Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Aplikasinya pada Asesmen Resiko Deltametrin Melalui Asupan Ikan Nila. Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Sarjiyah. 2014. Pengaruh Macam Inokulum dan Lama Inkubasi Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi. Planta Tropika Journal of Agro Science. Vol 2 (1).
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Standing Committee on Biocidal Products. 2011. Deltamethrin Assesment Report. Commission Regulation, Sweden, pp. 7-49.
- Sudaryono, A. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta Kalimantan Timur. J. Tek. Ling. Vol 10 (3): 13-18.
- Sudaryono, A., Wijanarko, dan Suyamto. 2011. Efektivitas Kombinasi Amelioran dan Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Hasil Kedelai pada Tanah Ultisol. Jurnal Penelitian Tanaman Pangan. Vol 30 (1):43-51.
- Sulistinah, N., S. Antonius, dan M. Rahmansyah. 2011. Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Pola Populasi Bakteri dan Fungi Tanah di Rumah Kaca. Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol 12 (1) : 43-53.
- Takata, Y., M. Tani, T. Kato, and M. Koike. 2011. Effects of Land Use and Long-Term Organic Matter Application on Low-Molecular-Weight Organic Acids in An Andisol. Journal of Soil Science and Enviromental Management. Vol 2 (10): 292-298.



Utami, N. H. 2009. Kajian Sifat Fisik, Sifat Kimia dan Sifat Biologi Tanah Paska Tambang Galian C Pada Tipe Penutupan Lahan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Verma, J. P., Jaiswal, D.K., Sagar, R. 2014. Pesticide Relevance and Their Microbial Degradation: A-State-Of-Art. Rev. Environ. Sci. Bio. Vol 14 :429-466.

Walker, W.W. dan B.J. Stojanovic. 1983. Microbial Versus Chemical Degradation of Malathion in Soil. Journal Environ. Vol 2 (2): 229-232.

Wardjojo, S. 1977. Aspek Pestisida di Indonesia. Hasil Simposium Peranan Pestisida Dalam Pengelolaan Hama-Penyakit Tanaman dan Tumbuhan Pengganggu. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bogor.

World Health Organization. 1990. Deltamethrin. Internasional Programme on Chemical Safety. Swiss.

Yang, Y.H., J. Yao, S. Hu, Y. Qi. 2000. Effects of Agricultural Chemicals on DNA Sequence Diversity of Soil Microbial Community: A Study with RAPD marker. Microb Ecol 39:72-79.

Zhu, H. and H.M. Selim. 2002. Retention and Mobility of Deltamethrin In Soils: 1. Adsorption-Desorption. Soil Science. Vol 167 (8).

<https://www.bps.go.id/publication/2014/05/05/8d2c08d9d41aa8c02fad22e7/statistik-indonesia-2014.html> di akses tanggal 10 Desember 2018.