

**PENGARUH RESIDU PESTISIDA TERHADAP PH DAN
KANDUNGAN N, P, K TANAH PADA BUDIDAYA TANAMAN
SAWI (*Brassica juncea* L.)**

Oleh

FEPPY NUZULA KAUTSAR



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**



**PENGARUH RESIDU PESTISIDA TERHADAP PH DAN
KANDUNGAN N, P, K TANAH PADA BUDIDAYA TANAMAN
SAWI (*Brassica juncea* L.)**

Oleh

FEPPY NUZULA KAUTSAR

125040218113011

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN**

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN

MALANG

2019

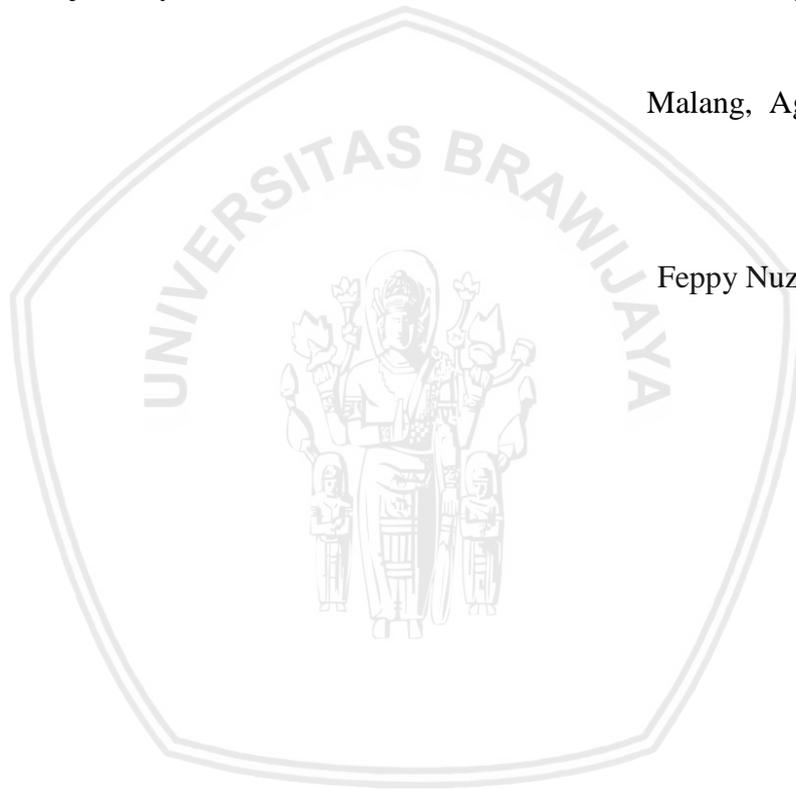


PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan 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 disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2019

Feppy Nuzula Kautsar



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Pengaruh Residu Pestisida Terhadap pH Dan Kandungan N, P, K Tanah Pada Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*)

Nama mahasiswa : Feppy Nuzula Kautsar

NIM : 125040218113011

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,
 Pembimbing I, Pembimbing Pendamping II,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

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

Diketahui,
 Ketua

Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS.
NIP. 196111091985032001

Penguji III

Penguji IV

Aditya Nugraha Putra, SP., MP.
NIP. 198912272019031009

Novalia Kusumarini, SP., M.P.
NIP. 19891108 201504 2 001

Tanggal Lulus:



Skripsi ini saya persembahkan kepada

PEMBACA

RINGKASAN

Feppy Nuzula Kautsar. 125040218113011. Pengaruh Residu Pestisida Terhadap pH Dan Kandungan N, P, K Tanah Pada Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU. Sebagai Pembimbing Utama dan Novalia Kusumarini, SP., MP. Sebagai Pembimbing Kedua.

Di Indonesia sawi merupakan tanaman sayuran penghasil produksi terbesar yang mencapai 627.598 ton/ha (BPS, 2017). Permasalahan budidaya sawi di lapang adalah tanaman ini membutuhkan pemeliharaan intensif, rentan serangan hama dan penyakit, penggunaan nutrisi kurang efisien, gulma dan pertumbuhan kurang terkontrol. Untuk itu digunakanlah pestisida, salah satunya adalah pestisida dengan bahan aktif *Deltametrin* 25 g/l. Residu yang terdapat pada tanaman yang diaplikasikan *deltametrin* mencapai dua kali lebih tinggi dibandingkan insektisida lainnya. Pestisida menyebabkan kesuburan tanah berkurang. Penggunaan pupuk pestisida terus-menerus dapat menyebabkan tanah menjadi lebih asam. Dampak residu pestisida berpengaruh terhadap kesuburan tanah pada tanaman sawi. Peranan ketersediaan unsur hara N, P dan K sangat dibutuhkan oleh tanaman sawi sehingga kekurangan atau kelebihan unsur hara dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan September 2018 hingga November 2018. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan masing-masing 3 kali ulangan. P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 ppm dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 ppm dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 ppm dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 ppm dosis rekomendasi.

Residu berbagai dosis pestisida tidak perbengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot segar tanaman. Residu pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah yaitu pH dan kandungan N, P, K tanah. Residu pestisida menurunkan kandungan N dan K dalam tanah sedangkan kandungan P mengalami kenaikan dikarenakan adanya pengaplikasian pupuk SP-36 dan tekstur tanah liat yang digunakan dalam penelitian.



SUMMARY

Feppy Nuzula Kautsar. 125040218113011. Effect of Pesticide Residues on pH and Content of N, P, K Soil on Mustard Crop Cultivation (*Brassica juncea* L.). Supervised by Prof.Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU. and Novalia Kusumarini, SP., MP.

In Indonesia mustard is the largest vegetable producer producing 627,598 tons / ha (BPS, 2017). The problem of mustard cultivation in the field is that this plant requires intensive maintenance, susceptible to pests and diseases, the use of nutrients is less efficient, weeds and growth is under control. For this reason, pesticides are used, one of which is a pesticide with the active ingredient Deltamethrin 25 g/l. The residue found in plants that were applied to deltamethrin reached two times higher than other insecticides. Pesticides reduce soil fertility. Continuous use of pesticide fertilizers can cause the soil to become more acidic. The effects of pesticide residues affect soil fertility in mustard plants. The role of nutrient availability N, P and K is needed by mustard plants so that deficiencies or excess nutrients can disrupt plant growth.

This research was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Brawijaya University Malang in September 2018 to November 2018. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments each of 3 replications. P0 (control) without pesticide application, P1 pesticide 0.5 ppm dose recommendation, P2 pesticide 1 ppm dose recommendation, P3 pesticide 1.5 ppm dose recommendation, P4 pesticide 2 ppm dose recommendation.

The residues of various doses of pesticides did not significantly affect plant height, number of leaves and fresh weight of plants. Pesticide residues did not significantly affect soil chemical properties, namely pH and N, P, K soil content. Pesticide residues reduce the N and K content in the soil while the P content increases due to the application of SP-36 fertilizer and the texture of the clay used in the study.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis sampaikan kepada kehadiran Ilahi Robbi yang selalu melimpahkan rahmat dan rahman-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Residu Pestisida Terhadap pH Dan Kandungan N, P, K Tanah Pada Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU. Selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Novalia Kusumarini, SP., MP. Selaku dosen pembimbing kedua atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan meluangkan waktunya untuk membimbing dan membagikan ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis. Tenaga laboratorium kimia tanah, Fakultas Pertanian – Universitas Brawijaya ibu Sri Padmi Wulandari dan bapak Wahyu Indrayanto yang telah membantu pembimbingan di dalam analisa laboratorium dan perhitungan hasil analisa.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada orang tua, kakak, saudara atas doa, cinta, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Terima kasih juga kepada Ayu Soekardi, Titin Diah Ayu, Defi Ismi Damayanti, Rosilia Puspitasari, Amalia Citra N., Virna Ersally, Oktari selaku teman seperjuangan, sahabat terbaik Arsita Desi, Dinda Oktia, Ernawati, Mar'atus Sholicah, Afiyatus Zahro, Olivia Rosalia, Frety Septia, sahabat BBG, sahabat basecamp 434 dan rekan-rekan Fakultas Pertanian khususnya angkatan 2012 atas bantuan, saran, arahan, dan kebersamaan selama ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih ada kekurangan. Oleh karena, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang membangun demi perbaikan isi skripsi ini.

Malang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
RINGKASAN	vi
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.6 Kerangka Pikir	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Pestisida	5
2.2 Insektisida Dengan Bahan Aktif <i>Deltametrin</i>	6
2.3 Dinamika Pestisida di Lingkungan	8
2.4 Dampak Negatif Penggunaan Pestisida Dalam Kegiatan Pertanian	9
2.5 Residu Pestisida Dalam Tanah	11
2.6 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Kesuburan Tanah	13
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.5 Parameter Pengamatan	19
3.5 Analisa Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Pertumbuhan Tanaman	21
4.1.1 Tinggi Tanaman	21
4.1.2 Jumlah Daun	22
4.2 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Biomassa Tanaman.....	23
4.3 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap pH (H ₂ O) Tanah.....	24
4.4 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Kandungan Hara	26
4.4.1 N-Total (%) Tanah	26
4.4.2 P-Tersedia Dalam Tanah.....	28
4.4.3 K-dd Tanah.....	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian.....	4
Gambar 2. Denah pengacakan pot didalam rumah kaca.....	17



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis residu pestisida dalam sampel tanah dari berbagai sumber	12
Tabel 2. Rancangan Penelitian	17
Tabel 3. Parameter pengamatan kimia tanah	19
Tabel 4. Rerata nilai tinggi tanaman.....	20
Tabel 5. Hasil rerata jumlah daun.....	22
Tabel 6. Nilai rerata pH tanah.....	24
Tabel 7. Hasil rerata nilai N-total tanah.....	26
Tabel 8. Hasil rerata nilai P-tersedia tanah.....	27
Tabel 9. Hasil rerata nilai K-dd tanah.....	28



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman sawi termasuk tanaman sayuran daun dari keluarga *Cruciferae* yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Sawi memiliki nilai ekonomis tinggi setelah kubis dan brokoli. Selain itu, tanaman ini juga mengandung mineral, vitamin, protein dan kalori. Di Indonesia sawi merupakan tanaman sayuran penghasil produksi terbesar yang mencapai 627.598 ton/ha (BPS, 2017). Permasalahan budidaya sawi di lapang adalah tanaman ini membutuhkan pemeliharaan intensif, rentan serangan hama dan penyakit, penggunaan nutrisi kurang efisien, gulma dan pertumbuhan kurang terkontrol.

Pestisida merupakan salah satu bagian penting dalam pertanian yang dapat membantu para petani untuk mengatasi permasalahan organisme pengganggu. Sampai saat ini upaya pengendalian OPT tersebut dilakukan secara kimiawi, yaitu dengan penyemprotan pestisida kimia secara intensif. Pestisida mempunyai beberapa kelebihan sehingga sering dimanfaatkan oleh petani, yaitu mudah diperoleh, cara aplikasi mudah serta hasil cepat tampak. Pestisida adalah substansi kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama (Yuantari *et al.*, 2013).

Terdapat berbagai jenis pestisida kimia yang ada di Indonesia, salah satunya adalah pestisida dengan bahan aktif *Deltametrin* 25 g/l. *Deltametrin* merupakan insektisida yang banyak digunakan untuk mengendalikan hama *Helopeltis sp.* Residu yang terdapat pada tanaman yang diaplikasikan *deltametrin* mencapai dua kali lebih tinggi dibandingkan insektisida lainnya. Tingginya residu tersebut dapat dikurangi dengan mengkombinasikannya dengan cendawan entomopatogen (Yuni *et al.*, 2011). Pencampuran antara insektisida sipermetrin, deltametrin, klorfluazuron, dan triazofos, efektif terhadap *P. xylostella* (Dayaen, 1987).

Pestisida menyebabkan kesuburan tanah berkurang. Penggunaan pestisida juga dapat mematikan fauna tanah sehingga menurunkan kesuburan tanah. Penggunaan pupuk pestisida terus-menerus dapat menyebabkan tanah menjadi lebih asam. Selain itu, pemakaian pestisida secara nyata akan berakibat dampak buruk bagi tanah sekitar. Ternyata tidak semua pestisida mengenai sasaran. Hanya berkisar 20% yang tepat sasaran atau benar-benar efektif, sedangkan 80% sisanya justru jatuh ke tanah.

Gerakan pestisida akan terus merangsak dari lahan pertanian menuju aliran sungai atau danau yang dibawa oleh hujan atau penguapan, bahkan larut pada aliran permukaan lapisan tanah. Hal lain jika tumpahan pestisida sebagai bahan kimia yang berlebihan pada permukaan tanah akan mencemari lingkungan tanah sekitar (Hakim, 2002). Ini karena senyawa kimia racun tersebut akan diserap oleh partikel-partikel tanah yang akan merusak mikroorganisme yang berada di tanah tersebut. Jika mikroorganisme rusak, kesuburan tanah akan terganggu. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida yang berlebihan dan terus-menerus, yakni berupa kerusakan pada lingkungan serta terjadinya ketidakseimbangan ekosistem dan yang paling fatal jika sampai dapat menimbulkan keracunan bagi manusia yang berujung pada kematian.

Residu pestisida dapat tertinggal dalam tanah dan air, menimbulkan resistensi hama dan penyakit serta musuh alami punah. Penggunaan pestisida tidak sepenuhnya mengenai sasaran sehingga menimbulkan residu dan berdampak negatif bagi tanah, air, tanaman maupun manusia. Pestisida yang masuk ke dalam tanah melalui beberapa proses baik pada tataran permukaan tanah maupun bawah permukaan tanah. Masuk ke dalam tanah berjalan melalui pola biotransformasi dan bioakumulasi oleh tanaman, proses reabsorpsi oleh akar serta masuk langsung pestisida melalui infiltrasi aliran tanah. Gejala ini akan mempengaruhi kandungan bahan pada sistem air tanah hingga proses pencucian zat pada tahap penguraian baik secara biologis maupun kimiawi di dalam tanah.

Dampak residu pestisida berpengaruh terhadap kesuburan tanah pada tanaman sawi. Peranan ketersediaan unsur hara N, P dan K sangat dibutuhkan oleh tanaman sawi sehingga kekurangan atau kelebihan unsur hara dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur hara dapat diketahui dari gejala-gejala yang tampak pada tanaman. Untuk mengetahui unsur hara yang diperlukan tanaman dapat dilakukan dengan menaksir kandungan hara yang ada di dalam tanaman tersebut (Rusmita *et al.*, 2009).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh residu pestisida terhadap pH dan kandungan N, P, K tanah dan produksi tanaman pada budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh residu pestisida terhadap pH dan N, P, dan K tanah dan produksi tanaman pada budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

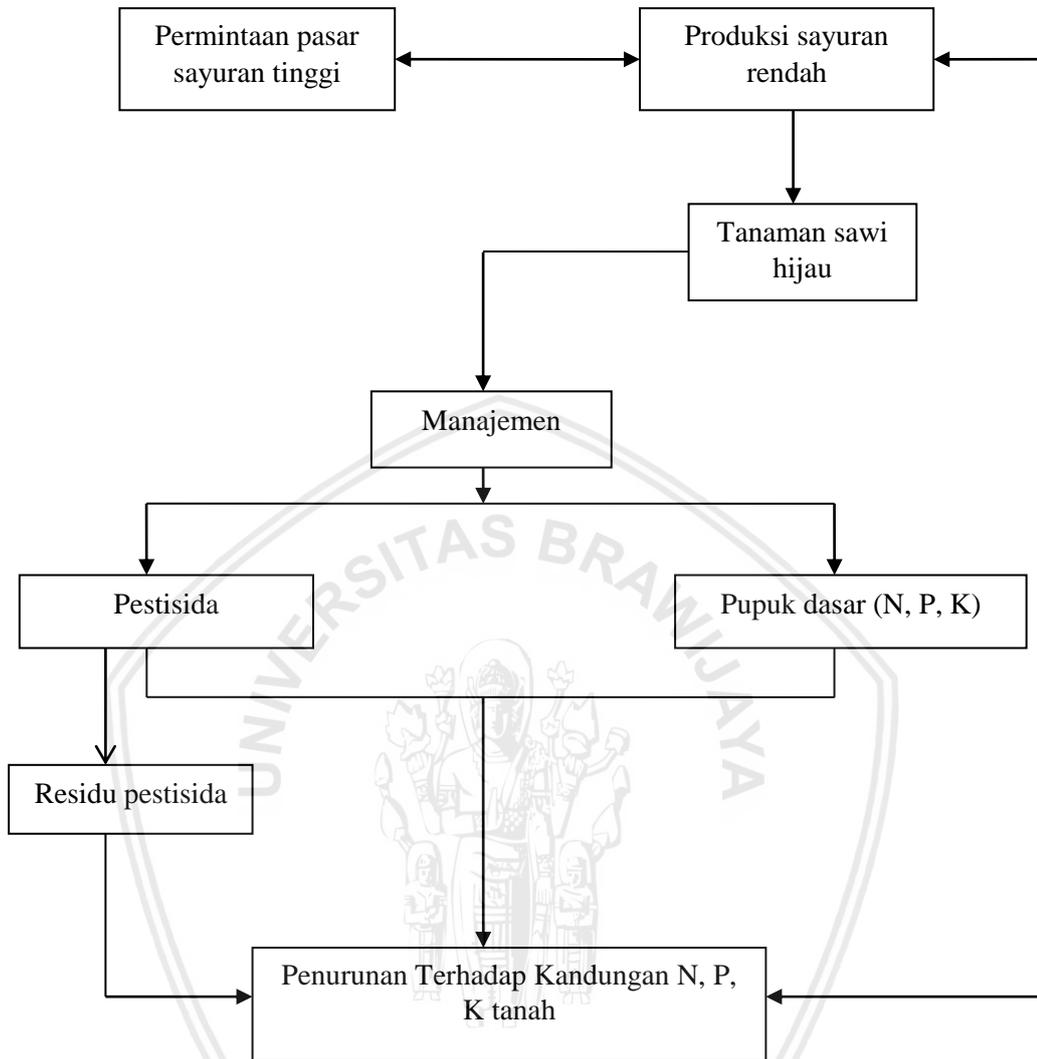
1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah residu pestisida mampu menurunkan kandungan pH dan N, P, dan K tanah. Semakin tinggi dosis yang diaplikasikan, maka semakin mudah menurun kandungan N, P dan K tanah.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada petani dalam mengaplikasikan pestisida secara tepat dan efisien, sehingga ketersediaan kandungan N, P, dan K tanah mampu menunjang pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

1.6 Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pestisida

Kata pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama, dan *sida* berasal dari kata *caedo* yang berarti pembunuh. Pestisida dapat diartikan sebagai pembunuh hama. Menurut Undang-Undang No. 12 tahun 1992 yang dimaksud dengan pestisida adalah zat atau senyawa kimia, zat pengatur dan perangsang tumbuh, bahan lain, serta organisme renik, atau virus yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman.

Pestisida sebagai zat atau campuran zat yang digunakan untuk mencegah memusnahkan, menolak, atau memusuhi hama dalam bentuk hewan, tanaman, dan mikroorganisme pengganggu. Pestisida adalah racun yang sengaja dibuat oleh manusia untuk membunuh organisme pengganggu tanaman dan insekta penyebar penyakit (Soemirat, 2003).

Menurut Sudarmo (1991) pestisida dapat digolongkan berdasarkan jenis sasarannya menjadi insektisida (serangga), fungisida (fungi/jamur), rodentisida (hewan pengerat/rodentia), herbisida (gulma), akarisisida (tungau), bakterisisida (bakteri), dan nematisida. Berdasarkan jenis bahan kimia penyusunnya pestisida digolongkan menjadi golongan organofosfat, karbamat, biperidil, arsen, antikoagulan, organoklorin, organosulfur dan dinitrofenol.

Pestisida berdasarkan bentuk bahan yang digunakan yaitu bahan aktif, bahan teknis dan formulasi. Berdasarkan sifat dan cara kerja herbisida terbagi menjadi racun sistemik dan racun kontak, sedangkan insektisida terbagi menjadi racun kontak, sistemik, perut dan fumigan. Racun sistemik artinya dapat diserap melalui sistem organisme misalnya akar atau daun kemudian diserap ke dalam jaringan tanaman sehingga menghasilkan peracunan pada hama. Racun kontak artinya langsung dapat menyerap melalui kulit pada saat pemberian insektisida atau dapat pula serangga target kemudian kena sisa insektisida (residu) beberapa waktu setelah penyemprotan. Pestisida masuk ke dalam tanah melalui tetesan dari tanaman, serangga yang telah terbunuh, perawatan pada pembibitan tanaman, lekukan akar tumbuhan, semprotan yang tidak mengenai organisme sasaran dan jaringan tubuh tanaman (Sudarmo, 1991).

Degradasi pestisida adalah proses terjadinya penguraian pestisida oleh mikroba, reaksi kimia dan atau sinar matahari (Tarumingkeng, 1992). Metabolisme dan kecepatan degradasi pestisida dipengaruhi oleh sifat tanah, temperatur, kelembaban tanah dan dosis pestisida. Setelah mengalami proses degradasi, pestisida mengalami transformasi secara oksidasi, reduksi, hidrolisis dan konjugasi. Semua proses itu menentukan keberadaan bahan aktif pestisida di lingkungan.

Dekomposisi dan degradasi dapat terjadi karena aktivitas mikroorganisme tanah, aktivitas invertebrata tanah, termasuk cacing tanah, dan juga oleh enzim tanaman setelah diabsorpsi oleh akar. Produk akhir yang dihasilkan adalah karbon dioksida dan air, dan nitrat, sulfat atau fosfat jika pestisida mengandung nitrogen, sulfur, atau fosfor. Dekomposisi juga dapat terjadi pada tanah yang disterilkan termasuk degradasi kimia seperti, hidrolisis, reduksi dan oksidasi yang merupakan proses yang sangat penting. Pada permukaan tanah, kebanyakan dari pestisida didekomposisikan oleh sinar matahari (fotolisis) (Wild, 1995).

2.2 Insektisida Dengan Bahan Aktif *Deltametrin*

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang bisa mematikan semua jenis serangga. Menurut Djojosumarto (2008), insektisida dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan cara kerja atau gerakannya pada tanaman setelah diaplikasikan, yaitu:

1. Insektisida sistemik

Insektisida sistemik diserap oleh organ-organ tanaman, baik lewat akar, batang atau daun.

2. Insektisida nonsistemik

Insektisida nonsistemik setelah diaplikasikan (misalnya disemprotkan) pada tanaman sasaran tidak diserap oleh jaringan tanaman, tetapi hanya menempel di bagian luar tanaman.

3. Insektisida sistemik lokal

Insektisida sistemik lokal adalah kelompok insektisida yang dapat diserap oleh jaringan tanaman (umumnya daun), tetapi tidak ditranslokasikan ke bagian tanaman lainnya. Cara masuk insektisida ke dalam tubuh serangga sasaran dibedakan menjadi tiga kelompok insektisida sebagai berikut:

a. Racun lambung (*Stomach poison*)

Racun lambung (*stomach poison*) adalah insektisida-insektisida yang membunuh serangga sasaran bila insektisida tersebut masuk ke dalam organ pencernaan serangga dan diserap oleh dinding saluran pencernaan.

b. Racun kontak

Racun kontak adalah insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga lewat kulit (bersinggungan langsung). Serangga hama akan mati bila bersinggungan (kontak langsung) dengan insektisida tersebut.

c. Racun pernapasan

Racun pernapasan adalah insektisida yang bekerja lewat saluran pernapasan. Serangga dan hama akan mati bila menghirup insektisida dalam jumlah yang cukup.

Jenis pestisida kimia yang ada di Indonesia, salah satunya adalah pestisida dengan bahan aktif *Deltametrin* 25 g/l. *Deltametrin* merupakan insektisida yang banyak digunakan untuk mengendalikan hama *Helopeltis sp.* Residu yang terdapat pada tanaman yang diaplikasikan *deltametrin* mencapai dua kali lebih tinggi dibandingkan insektisida lainnya. Tingginya residu tersebut dapat dikurangi dengan mengkombinasikannya dengan cendawan entomopatogen (Yuni *et al.*, 2011). Pencampuran antara insektisida *sipermetrin*, *deltametrin*, *klorfluazuron*, dan *triazofos* efektif terhadap *P. xylostella* (Dayaoen 1987).

Insektisida *deltametrin* merupakan racun kontak dan lambung berbentuk pekatan yang dapat diemulsikan, yang bekerja pada serangga dengan cara kontak dan pencernaan. *Deltametrin* menguasai spektrum besar dari serangga hama yang berbeda seperti Lepidoptera, Homoptera, dan Coleoptera. *Deltametrin* juga aktif untuk beberapa serangga hama dari kelas lain seperti Hemiptera (hama), Orthoptera (belalang), Diptera (lalat) dan Thysanoptera (thrips.) Sekarang ini hampir semua Pyrethroid terdiri atas beberapa isomers yang aktif, dan beberapa diantaranya tidak aktif. Bahan aktif *deltametrin* terdiri atas hanya satu isomer, yaitu isomer murni D-CIS. Selalu lebih baik untuk memakai isomer yang paling aktif daripada campuran optik isomers untuk melakukan perawatan pada tanaman. Dosis insektisida *deltametrin* 2,5 EC, untuk memberantas beberapa hama pada tanaman sayuran sebanyak 200-400 ml/Ha per aplikasi (konsentrasi formulasi 4 ml per 10 liter air, dengan dosis larutan dari 500-1000 liter) (Wulandari *et al.*, 2013).

2.3 Dinamika Pestisida di Lingkungan

Pestisida sebagai salah satu agen pencemar ke dalam lingkungan baik melalui udara, air maupun tanah dapat berakibat langsung terhadap komunitas hewan, tumbuhan terlebih manusia. Pestisida yang masuk ke dalam lingkungan melalui beberapa proses baik pada tataran permukaan tanah maupun bawah permukaan tanah. Masuk ke dalam tanah berjalan melalui pola biotransformasi dan bioakumulasi oleh tanaman, proses reabsorpsi oleh akar serta masuk langsung pestisida melalui infiltrasi aliran tanah. Gejala ini akan mempengaruhi kandungan bahan pada sistem air tanah hingga proses pencucian zat pada tahap penguraian baik secara biologis maupun kimiawi di dalam tanah.

Proses pencucian (*leaching*) bahan-bahan kimiawi tersebut pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas air tanah baik setempat dan maupun secara region dengan berkelanjutan. Apabila proses pemurnian unsur-unsur residu pestisida berjalan dengan baik dan tervalidasi hingga aman pada wadah-wadah penampungan air tanah, misal sumber mata air, sumur resapan dan sumur gali untuk kemudian dikonsumsi oleh penduduk, maka fenomena pestisida ke dalam lingkungan bisa dikatakan aman. Namun demikian jika proses tersebut kurang berhasil atau bahkan tidak berhasil secara alami, maka kondisi sebaliknya yang akan terjadi. Penurunan kualitas air tanah serta kemungkinan terjangkitnya penyakit akibat pencemaran air merupakan implikasi langsung dari masuknya pestisida ke dalam lingkungan. Aliran permukaan seperti sungai, danau dan waduk yang tercemar pestisida akan mengalami proses dekomposisi bahan pencemar. Dan pada tingkat tertentu, bahan pencemar tersebut mampu terakumulasi hingga dekomposit (Sulistiyono, 2002).

Pestisida di udara terjadi melalui proses penguapan oleh foto-dekomposisi sinar matahari terhadap badan air dan tumbuhan. Selain pada itu masuknya pestisida di udara disebabkan oleh *drift* yaitu proses penyebaran pestisida ke udara melalui penyemprotan oleh petani yang terbawa angin. Akumulasi pestisida yang terlalu berat di udara pada akhirnya akan menambah parah pencemaran udara.

Gangguan pestisida oleh residunya terhadap tanah biasanya terlihat pada tingkat kejenuhan karena tingginya kandungan pestisida persatuan volume tanah. Unsur-unsur hara alami pada tanah makin terdesak dan sulit melakukan regenerasi hingga mengakibatkan tanahtanah masam dan tidak produktif.

2.4 Dampak Negatif Penggunaan Pestisida Dalam Kegiatan Pertanian

Penggunaan pestisida yang tidak bijaksana dan tidak sesuai dengan aturan yang berlaku dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Berikut ini diuraikan beberapa dampak negatif yang mungkin timbul akibat penggunaan pestisida dalam bidang pertanian, yang tidak sesuai dengan aturan:

1. Pencemaran air dan tanah

Di lingkungan perairan, pencemaran air oleh pestisida terutama terjadi melalui aliran air dari tempat kegiatan manusia yang menggunakan pestisida dalam usaha menaikkan produksi pertanian dan peternakan. Jenis-jenis pestisida yang persisten (DDT, Aldrin, Dieldrin) tidak mengalami degradasi dalam tanah, tapi malah akan berakumulasi. Dalam air, pestisida dapat mengakibatkan *biology magnification*, pada pestisida yang persisten dapat mencapai komponen terakhir, yaitu manusia melalui rantai makanan. Pestisida dengan formulasi granula, mengalami proses dalam tanah dan air sehingga ada kemungkinan untuk dapat mencemari tanah dan air.

2. Pencemaran udara

Pestisida yang disemprotkan segera bercampur dengan udara dan langsung terkena sinar matahari. Pestisida dapat mengalami fotodekomposisi di udara. Pestisida mengalami perkolasi atau ikut terbang menurut aliran angin. Makin halus butiran larutan makin besar kemungkinan ikut perkolasi dan makin jauh ikut diterbangkan arus angin.

3. Timbulnya spesies hama yang resisten

Spesies hama yang akan diberantas dapat menjadi toleran terhadap pestisida, sehingga populasinya menjadi tidak terkendali. Ini berarti bahwa jumlah individu yang mati sedikit sekali atau tidak ada yang mati, meskipun telah disemprot dengan pestisida dosis normal atau dosis lebih tinggi sekalipun. Populasi dari spesies hama dapat pulih kembali dengan cepat dari pengaruh racun pestisida serta bisa menimbulkan tingkat resistensi pestisida tertentu pada populasi baru yang lebih tinggi, hal ini biasanya disebabkan oleh pestisida golongan organoklorin.

4. Timbulnya spesies hama baru atau ledakan hama sekunder

Penggunaan pestisida yang ditujukan untuk memberantas jenis hama tertentu, bahkan dapat menyebabkan munculnya jenis hama yang lain. Ledakan hama sekunder tersebut dapat terjadi beberapa saat setelah penggunaan pestisida, atau pada

akhir musim tanam atau malah pada musim tanam berikutnya. Ledakan hama sekunder dapat lebih merusak daripada hama sasaran sebelumnya.

5. Resurgensi

Bila suatu jenis hama setelah memperoleh perlakuan pestisida berkembang menjadi lebih banyak dibanding dengan yang tanpa perlakuan pestisida, maka fenomena itu disebut resurgensi. Faktor penyebab terjadinya resurgensi antara lain adalah (a) butir semprotan pestisida tidak sampai pada tempat hama berkumpul dan makan; (b) kurangnya pengaruh residu pestisida untuk membunuh nimfa hama yang menetas sehingga resisten terhadap pestisida; (c) predator alam mati terbunuh pestisida; (d) pengaruh fisiologis insektisida kepada kesuburan hama. Hama bertelur lebih banyak dengan angka kematian hama yang menurun; (e) pengaruh fisiologis pestisida kepada tanaman sedemikian rupa sehingga hama dapat hidup lebih subur (Djojsumarto, 2000).

6. Merusak keseimbangan ekosistem

Penggunaan pestisida seperti insektisida, fungisida dan herbisida untuk membasmi hama tanaman, hewan, dan gulma (tanaman benalu) yang bisa mengganggu produksi tanaman sering menimbulkan komplikasi lingkungan (Supardi, 1994). Penekanan populasi insekta hama tanaman dengan menggunakan insektisida, juga akan mempengaruhi predator dan parasitnya, termasuk serangga lainnya yang memangsa spesies hama dapat ikut terbunuh.

7. Dampak terhadap kesehatan masyarakat

Penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian dapat mengakibatkan dampak negatif pada kesehatan manusia, misalnya : (a) terdapat residu pestisida pada produk pertanian; (b) bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui rantai makanan. Manusia sebagai makhluk hidup yang letaknya paling ujung dari rantai makanan dapat memperoleh efek biomagnifikasi yang paling besar. Dampak ini ditimbulkan oleh pestisida golongan organoklorin; (c) keracunan pestisida, yang sering terjadi pada pekerja dengan pestisida.

2.5 Residu Pestisida Dalam Tanah

Residu pestisida adalah substansi atau campuran substansi dalam makanan untuk manusia atau binatang yang dihasilkan dari penggunaan pestisida, termasuk beberapa senyawa turunan hasil degradasi dan konversi, proses metabolisme, produk hasil reaksi dan pengotor yang dipertimbangkan sebagai signifikan yang bersifat toksik (IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 1997).

Residu pestisida dapat tertinggal dalam tanah dan air, menimbulkan resistensi hama dan penyakit serta musuh alami punah. Penggunaan pestisida tidak sepenuhnya mengenai sasaran sehingga menimbulkan residu dan berdampak negatif bagi tanah, air, tanaman maupun manusia. Perilaku petani yang kurang disiplin dalam penggunaan, baik dari segi jenis, takaran maupun frekuensi, dapat menyebabkan tingginya pencemaran.

Pada komoditi hortikultura, residu pestisida dilaporkan memiliki bahaya bagi kesehatan. Sebagai contoh di Amerika Serikat, EPA menemukan 14 dari 41 pestisida yang umum dipakai pada komoditi hortikultura diklasifikasikan sebagai senyawa karsinogen dimana residu pestisida ini dilaporkan telah mencemari 83% dari contoh tanaman hortikultura (Murphy, 1997). Di Indonesia, residu pestisida yang terkandung dalam produk hortikultura seperti wortel, kentang, sawi, bawang merah, tomat dan kubis di beberapa sentra produksi sayuran telah dilaporkan memiliki residu yang melampaui batas maksimal 2 ppm (Tjahjadi & Gayatri, 1994).

Badan Standardisasi Nasional (BSN) menerbitkan SNI 7313 : 2008 yang berisi tentang batas maksimum beberapa bahan aktif residu pestisida dalam produk pertanian. Perumusan Standar Nasional Indonesia (SNI) ini disusun untuk keamanan pangan, harmonisasi standar dan kelancaran perdagangan baik nasional maupun internasional. Standar telah melalui proses jajak pendapat pada tanggal 21 Juni 2007 sampai dengan 21 September 2007 (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Hasil beberapa analisis residu pestisida dalam beberapa sampel tanah disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Analisis residu pestisida dalam sampel tanah dari berbagai sumber

No	Sampel	Pestisida	Metode Preparasi	Instrumen	Hasil
1.	Tanah pertanian di Iran Utara	fipronil	Ekstraksi cair-cair, ekstraksi soxhlet (diklorometa-na -aseton diindikasikan sebagai solven teroptimum	RP-HPLC dengan detektor UV	a. Jumlah residu pestisida (hari 1 ke hari 14 sesudah aplikasi) menurun dari 0,032 ke <0,009 mg/kg, dan sesudah hari ke 28 tidak ada residu pestisida yang terdeteksi. b. Degradasi fipronil meningkat pada suhu 30 ⁰ C. (Hadjmohammadi <i>et al</i> , 2006)
2.	Tanah pegunungan (Medvednica)	Atrazine, propham, chlorpropham, tetramethrin, α -cypermethrin, diflubenzuron	Ekstraksi pelarut dengan ultrasonik	TLC, Video Densitom-etry	Recovery residu pestisida $\geq 95\%$ (Petrovic, 2000)
3.	Tanah	pyraflufen	Ekstraksi dengan aseton-air, diikuti pembersihan dengan kolom C18	HPLC dengan deteksi UV	Recovery > 90,1% dengan RSD < 5,8% dan sensitivitas 0,01 mg/kg. (Wang dan Hu, 2006)
4.	Pasir lahan bekas olah	deltametrin	Ekstraksi dengan etil asetat dan n-heksana	GC dengan detektor ECD	Tidak terdeteksi adanya deltametrin.
5.	Pasir	Deltametrin	Ekstraksi dengan etil asetat dan n-heksana	GC dengan detektor ECD	Tidak terdeteksi adanya deltametrin.

Tabel 1. menunjukkan perbandingan analisis residu pestisida beberapa sampel tanah. Sampel lahan pasir baik bekas olahan maupun sampel lahan pasir yang bukan bekas olahan menunjukkan tidak terdeteksinya *deltametrin*. Lahan bekas olahan di sini maksudnya adalah lahan pasir yang langsung ditanami kembali sesudah dilakukan panen, sehingga kemungkinan masih ada kandungan residu pestisida, tetapi ternyata hasil analisis menunjukkan tidak terdeteksinya *deltametrin* sehingga kemungkinan *deltametrin* sudah terdegradasi. Kemungkinan yang lain adalah masih adanya residu *deltametrin* tetapi tidak terdeteksi karena konsentrasinya yang sangat kecil di bawah limit deteksi (0,047 ppm).

2.6 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah suatu keadaan tanah dimana tata air, udara dan unsur hara dalam keadaan cukup seimbang dan tersedia sesuai kebutuhan tanaman, baik fisik, kimia dan biologi tanah (Effendi, 1995). Tanah yang subur adalah tanah yang mempunyai profil yang dalam (kedalaman yang sangat dalam) melebihi 150 cm, strukturnya gembur remah, pH 6-6,5, mempunyai aktivitas jasad renik yang tinggi (maksimum). Kandungan unsur haranya yang tersedia bagi tanaman adalah cukup dan tidak terdapat pembatas-pembatas tanah untuk pertumbuhan tanaman (Sutejo, 2002). Tanah memiliki kesuburan yang berbeda-beda tergantung sejumlah faktor pembentuk tanah yang merajai di lokasi tersebut, yaitu: bahan induk, iklim, relief, organisme, atau waktu.

Penggunaan pestisida yang berlebihan dapat meninggalkan residu di dalam tanah dan tanaman, bahkan dapat masuk ke dalam tubuh hewan, ikan atau biota air lainnya. Pestisida dengan waktu degradasi yang lama dapat membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup yang mengkonsumsi hasil pertanian yang mengandung residu pestisida tersebut. Selain itu pestisida yang berlebihan pada tanah dapat menyebabkan cekaman pada tanah. Jika cekaman ini terjadi maka tanaman akan stress, sehingga produktifitas tanaman menurun.

Residu pestisida dalam tanah ada yang hilang (non persisten) karena hanya efektif sesaat saja dan cepat terdegradasi di tanah, contohnya *disulfoton*, *parathion*, *diazinon*, *azodrin*, *gophacide* dan tetap yang meninggalkan residu terlalu lama serta dapat terakumulasi dalam jaringan melalui rantai makanan. Murtado (1996) mengemukakan bahwa tanah sawah di Jawa Barat (Karawang, Subang, Indramayu,

Cirebon, Kuningan, Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Bandung, Cianjur, Sukabumi, Lebak, Pandeglang, dan Serang) diketahui mengandung residu klorpirifos, diazinon, karbofuran, lindan, dan heptaklor yang konsentrasi residunya masih di bawah baku maksimum residu (BMR). Selain itu, adanya kandungan residu BHC, aldrin, diazinon, karbofuran, fention, fenvalerat dan dan BPMC di tanah sawah yang berasal dari Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Konsentrasi residu insektisida yang di temukan tersebut umumnya masih di bawah BMR.

Penggunaan pestisida secara terus-menerus dan menyimpang dari peraturan juga dapat mempengaruhi populasi dan aktivitas biota tanah. Dalam tanah banyak ditemukan biota yang berguna bagi kesuburan seperti penambatan N, pengurai S dan N, pelarut P, serta transformasi S dan perombak selulosa. Bila keberadaannya mengganggu kehidupan atau aktivitas biota dalam tanah, maka kesuburan tanah akan terganggu, begitu pula dengan pemberian pestisida yang melebihi dosis yang direkomendasikan akan dapat menghentikan aktivitas biota tanah.

Berbagai jenis pupuk baik anorganik maupun organik, seperti pupuk P, N, pupuk kandang, kapur maupun pupuk kompos mengandung logam berat. Mineralisasi N organik dan proses nitrifikasi di dalam tanah akan terhambat dengan kandungan logam berat 100-500 mg/kg Pb, 10-100 mg/kg Cd, dan 1-10 mg/kg Hg (Doelman dalam Kurnia *et. al*, 2004). Saraswati dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan Pb dan Cd pada tanah sawah di Bekasi dan Karawang cukup tinggi. Tanah sawah di Desa Sukajadi Kecamatan Sukatani Kabupaten Bekasi mengandung 0,3 ppm Cd, kandungan Cd pada beras 0,2 ppm dan kandungan Pb nya mencapai 1,5 ppm. Nilai ini hampir mendekati batas kritis yang dipersyaratkan WHO yaitu 0,24 ppm untuk Cd dan 2 ppm untuk Pb. Pada tahun 2002, tanah sawah pada 9 desa di Kabupaten Bekasi mengandung Cd antara 0,121-0,38 ppm.

Pencemaran dari residu pestisida sangat membahayakan bagi kesuburan tanah, lingkungan dan kesehatan, sehingga perlu adanya pengendalian dan pembatasan dari penggunaan pestisida tersebut serta mengurangi pencemaran yang diakibatkan oleh residu pestisida. Tindakan pemulihan perlu dilakukan agar tanah yang tercemar dapat digunakan kembali dengan aman. Dalam hal ini berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi dampak negatif pestisida dan mencegah pencemaran lingkungan. Dimulai dari kembali lagi menggunakan pupuk organik. Selain biaya yang lebih terjangkau dibandingkan dengan pestisida, pupuk organik juga memiliki berbagai

macam manfaat, yaitu penyediaan hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan sulfur) dan mikro seperti zink, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi.



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 November 2018. Tanah yang digunakan untuk penelitian merupakan tanah sawah yang berasal dari Desa Torongrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, yang di ambil pada bulan Agustus 2018. 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

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, polybag 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 tanah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanah sebagai media tanam yakni tanah yang berasal Kec. Junrejo, Batu dengan kedalaman 0-20 cm, tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) var. Flamingo, Pestisida kimia dengan bahan aktif *Deltametrin* 25 g/l. Bahan yang diperlukan untuk analisa di laboratorium adalah Etanol, K_2SO_4 , $CUSO_4$, NaOH, KCl 1N, NH_4Cl 1N, H_2SO_4 , $NaHCO_3$ dan Aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan masing-masing 3 kali ulangan, sehingga terdapat 15 unit. Tabel perlakuan penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rancangan Penelitian

Kode	Perlakuan
P0	Tanpa aplikasi pestisida
P1	Pemberian pestisida 0,5 ppm dosis rekomendasi
P2	Pemberian pestisida 1 ppm dosis rekomendasi
P3	Pemberian pestisida 1,5 ppm dosis rekomendasi
P4	Pemberian pestisida 2 ppm dosis rekomendasi

P0U1	P0U2	P0U3	U ↑
U1P1	U2P2	U2P1	
U1P4	U1P3	U1P2	
U2P3	U2P4	U3P1	
U3P1	U3P3	U3P4	

Gambar 2. Denah pengacakan pot didalam rumah kaca

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

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 diayak dengan ayakan berdiameter 2mm sehingga diperoleh tanah yang homogen. Masing-masing polybag diisi tanah yang sudah lolos ayakan sebanyak 5 kg tanah kering per polybag.

2. Persiapan Benih dan Persemaian

Benih sawi yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis benih varietas Flamingo. 50 benih sawi disiapkan, 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 15 bibit tanaman sawi untuk kemudian ditanam di polybag yang merupakan petak percobaan yang diamati. Bibit yang ditanam yaitu bibit yang segar, memiliki helai daun 3, dan berukuran tinggi berkisar 3-5cm.

3. 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. Untuk pupuk Urea pengaplikasiannya dilakukan 1 hari sebelum tanam sebanyak 150 kg/ha dan saat tanaman sudah berusia 14 hst sebanyak 150 kg/ha.

4. Penanaman

Penanaman bibit sawi dilakukan ketika bibit sawi berumur 14 hari. Jumlah bibit sawi yang ditanam sebanyak 15 bibit yang memiliki kriteria sehat dan ukurannya seragam.

5. Pemeliharaan

Pemeliharaan pada penelitian ini meliputi penyiangan, penyiraman, penyulaman, dan pengendalian hama penyakit.

a. Penyiangan

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.

b. Penyiraman

Penyiraman dilakukan pada saat penyemaian dan saat tanaman sudah dipindahkan ke polibag. Penyiraman ini dilakukan setiap hari, pagi dan sore sampai tanaman dipanen.

c. Penyulaman

Penyulaman dilakukan saat tanaman yang ditanam di polybag mati, sehingga perlu mengganti dengan bibit yang baru. Dimana penyulaman dilakukan 2-7 hari setelah tanam.

d. Pengendalian hama penyakit

Pengendalian hama penyakit dilakukan 2 minggu sebelum tanam, yaitu menyemprotkan pestisida dengan bahan aktif deltametrin 25 g/l. Penyemprotan pestisida, diaplikasikan ke media tanam dengan dosis berbeda-beda pada setiap perlakuan. Pestisida diaplikasikan kembali pada minggu ke 2 setelah tanam dengan dosis yang sama seperti pengaplikasian awal.

6. Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada umur 25-28 hari dengan kriteria tanaman memiliki tinggi 17,2 cm – 20 cm.

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan sebagai indikator karakteristik kimia tanah dalam penelitian adalah sebagai berikut yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter pengamatan kimia tanah

No.	Parameter	Waktu Pengamatan	Metode
1.	Tinggi tanaman (cm)	7, 14, 21, 28 (HST)	Non Destruktif
2.	Jumlah daun	7, 14, 21, 28 (HST)	Non Destruktif
3.	Bobot segar basah	28 HST	Destruktif
4.	pH (H ₂ O)	28 HST	pH Meter
5.	N-Total	28 HST	Kjeldahl
6.	P-tersedia	28 HST	Bray-1
7.	K-dd	28 HST	NH ₄ OA _C 1N

3.5.1 Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi

Pengamatan pertumbuhan tanaman sawi dilakukan secara nondestruktif. Pengamatan nondestruktif dilakukan pada setiap satu minggu sekali dimulai pada umur tanaman 7 HST (hari setelah tanam) sampai 28 HST. Pengamatan dilakukan satu minggu sekali untuk mendapatkan data perubahan kondisi tanaman yang nyata.

Parameter tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ke titik tumbuh tanaman menggunakan meteran. Parameter jumlah daun ditentukan dengan menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna, dimana daun yang masih juvenil, cacat, terserang penyakit, dirusak hama ataupun kekurangan unsur hara (daun mengerut, daun menguning dan sebagainya) tidak dihitung.

3.5.2 Pengamatan Produksi Tanaman Kacang Tanah

Pengamatan produksi tanaman sawi dilakukan secara destruktif. Pengamatan destruktif dilakukan sewaktu panen sekitar umur 28 HST. Pengamatan destruktif dilakukan dengan mencabut tanaman hingga ke akar. Tanaman sawi kemudian ditimbang untuk memperoleh bobot segar tanaman.

3.5.3 Pengamatan Sifat Kimia Tanah

1. Pengamatan N Total Tanah

N total tanah dianalisa menggunakan metode Kjeldahl. Nitrogen total tanah didestruksi dengan H₂SO₄ pekat dan tablet Kjeldahl pada temperatur 300°C. Hasil Destruksi diencerkan dengan aquadest hingga volume 100 ml dan ditambah NaOH 40%, lalu di destilasi. Hasil destilasi ditampung dengan 20 ml Asam Borat sampai warna hijau dan volumenya sekitar 50 ml. Kemudian dititrasi dengan H₂SO₄ 0.01 N sampai titik akhir titrasi.

$$N \text{ total (\%)} = ((\text{ml sampel} - \text{ml blanko}) / \text{g sampel}) \times 0,014 \times N.H_2SO_4 \times ka$$

2. Pengamatan P-tersedia

Pengamatan P-tersedia dilakukan dengan pengambilan sampel media tanam yang akan digunakan sesuai dengan komposisi masing-masing perlakuan media tanam. Pengamatan P-tersedia dilakukan pada 0 HST dan 42 HST dengan metode Bray-I (jika pH media < 6.5) dan Olsen (jika pH media ≥ 6.5) (Eviati, 2009).

3.6 Analisa Data

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

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Pertumbuhan Tanaman

4.1.1 Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa residu berbagai dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, pada pengamatan 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST dengan nilai Fpr masing-masing adalah 0,565 , 0,190 , 0,107, 0,099 (Lampiran 1). Hasil rerata menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada kontrol dan pemberian pestisida dengan 0,5 ppm dosis rekomendasi secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada 14 HST P1 menunjukkan perbedaan tertinggi dengan nilai 14,87 cm sedangkan pada 21 HST dan 28 HST P0 (kontrol) menunjukkan perbedaan tertinggi dengan nilai masing-masing 20,10 cm dan 25,53 cm (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata nilai tinggi tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
P0	8,10	14,17	20,10	25,53
P1	8,43	14,87	18,97	22,37
P2	6,57	11,67	15,80	19,87
P3	7,70	12,27	17,43	22,90
P4	8,03	14,30	18,27	22,57

Keterangan: P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 dosis rekomendasi.

Semakin sedikit dosis pestisida yang diberikan semakin besar pengaruhnya terhadap tinggi tanaman. Hal ini dikarenakan terpenuhinya unsur hara yang dibutuhkan tanaman khususnya unsur hara nitrogen. Fungsi unsur N pada tanaman akan merangsang pembelahan dan pembesaran sel. Gardner *et al.* (1991), menyatakan nitrogen di dalam tanaman akan di gunakan lebih untuk pertumbuhan 17 pucuk dibandingkan untuk pertumbuhan akar.

Susilo (1991) mengatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus sepanjang daur hidup bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya serta lingkungan yang mendukung. Auksin dan Giberelin sama-sama terdapat pada embrio dan meristem apical dan berfungsi untuk

pemanjangan sel sehingga diduga kedua hormon inilah yang telah memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman dan panjang akar. Namun karena respon terhadap hormon, biasanya tidak begitu tergantung pada jumlah absolut hormon tersebut, akan tetapi tergantung pada konsentrasi relatifnya dibandingkan dengan hormon lain (Dewi, 2008).

Gardner *et al.* (1991) menjelaskan bahwa proses pertambahan tinggi terjadi karena peningkatan jumlah sel serta pembesaran ukuran sel. Tanaman yang mengalami defisit (kekurangan) air, turgor pada sel tanaman menjadi kurang maksimum, akibatnya penyerapan hara dan pembelahan sel terhambat. Sebaliknya jika kebutuhan air tanaman dapat terpenuhi secara optimal maka peningkatan pertumbuhan tanaman akan maksimal karena produksi fotosintat dapat dialokasikan ke organ tanaman.

Mas'ud (2009) tingginya kandungan nitrogen (N) pada nutrisi buatan sendiri memacu peningkatan jumlah daun dan tinggi tanaman selada dibandingkan pupuk buatan lainnya. Fungsi nitrogen merangsang pertumbuhan tanaman dan memberikan warna hijau pada daun. Nitrogen lebih banyak terdapat di dalam bagian jaringan muda dibandingkan jaringan tua tanaman, terutama terakumulasi pada daun dan biji.

Korlina (2015) mengemukakan bahwa perlakuan pestisida berbahan aktif 1-*methylcyclopropene* dengan dosis dan aplikasi yang berbeda secara statistik tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung, baik tinggi tanaman maupun jumlah daun. Perbedaan waktu aplikasi dan bentuk formulasi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, dengan rata-rata tinggi tanaman berkisar antara 163- 168 cm pada umur 6 MST dan 223-227 cm pada umur tanaman 8 MST dengan jumlah daun rata-rata 17.

4.1.2 Jumlah Daun

Pengamatan jumlah helai daun dihitung pada daun yang telah membuka sempurna. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa residu berbagai dosis pestisida tidak berpengaruh nyata pada jumlah daun. Dimana Fpr masing-masing perlakuan adalah 7 HST: 0,147, 14 HST: 0,534, 21 HST : 0,101 dan 28 HST: 0,412 (Lampiran 2). Hasil rerata menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman dengan perlakuan P0 (kontrol) dan P1 lebih banyak dibanding perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan P2 dan P3 menunjukkan hasil terendah (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil Rerata jumlah daun

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
P0	4	5	9	13
P1	3	6	9	13
P2	3	5	7	12
P3	3	5	8	11
P4	3	5	8	12

Keterangan: P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 dosis rekomendasi.

Semakin tinggi dosis pestisida yang diaplikasikan pada tanaman sawi juga semakin menurunnya efektivitas peningkatan jumlah daun tanaman. Jumlah daun yang sedikit disebabkan oleh adanya gangguan pertumbuhan serta beberapa upaya adaptasi yang dilakukan oleh tanaman. Faktor kekurangan air, cahaya matahari dan unsur hara juga merupakan penentu dari peningkatan jumlah daun.

Gardner *et al.* (1991) dalam Sinay (2015) menyatakan bahwa jumlah daun dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik yang mempengaruhi jumlah daun adalah melalui posisi primordia daun pada tanaman, sedangkan faktor lingkungan adalah ketersediaan air dan unsur hara. Hidayat (1995) dalam Nugraheni (2010) menyatakan bahwa penambahan jumlah daun diduga karena meningkatnya pembelahan sel-sel primordial daun dan diferensiasi sel ujung batang.

4.2 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Biomassa Tanaman

Bobot segar adalah bobot tanaman setelah dipanen sebelum tanaman tersebut layu dan kehilangan air, selain itu bobot segar tajuk merupakan total bobot tanaman tanpa akar yang menunjukkan hasil aktivitas metabolik tanaman itu sendiri (Salisbury dan Ross, 1995). Hasil analisa sidik ragam residu berbagai dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman.

Tabel 6. Rerata bobot segar tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

Perlakuan	Bobot Segar (g/tanaman)
P0	81,1
P1	49,7
P2	31,7
P3	60,8
P4	61,0

Bobot segar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (kontrol) berkisar 80,8 gram sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan P2 dengan 1 ppm dosis rekomendasi. Hal ini dikarenakan kebutuhan tanaman akan unsur hara makro dan mikro yang telah terpenuhi dengan penambahan pupuk dasar NPK. Harjadi (2007) mengatakan bahwa ketersediaan unsur hara berperan penting sebagai sumber energi sehingga tingkat kecukupan hara berperan dalam mempengaruhi biomassa dari suatu tanaman. Bobot segar yang tinggi pada perlakuan ini disebabkan oleh jumlah daun dan tinggi tanaman yang relatif tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Darwin (2012) yaitu pada komoditas sayuran jumlah daun akan berpengaruh terhadap bobot segar. Semakin banyak jumlah daun maka akan menunjukkan bobot segar yang tinggi.

Bobot segar meliputi batang dan daun yang berarti akumulasi dari hasil fotosintesis dan dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara. Bobot segar juga merupakan gambaran dari fotosintesis selama tanaman melakukan proses pertumbuhan, 90% dari berat kering tanaman merupakan hasil dari fotosintesis. Syekfani (2002) menyatakan bahwa dengan pemberian pupuk organik, unsur hara yang tersedia dapat diserap tanaman dengan baik karena itulah pertumbuhan daun lebih lebar dan fotosintesis terjadi lebih banyak. Hasil fotosintesis inilah yang digunakan untuk membuat sel-sel batang, daun dan akar sehingga dapat mempengaruhi bobot segar tersebut.

4.3 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap pH (H₂O) Tanah

Kemasaman tanah merupakan indikator kesuburan tanah, karena dapat mencerminkan ketersediaan hara di dalam tanah. Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H⁺) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H⁺ di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut (Soewandita, 2008). Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7-14. pH dipengaruhi oleh mineralogi, iklim dan pelapukan. Nilai pH tanah diukur untuk menentukan mudah tidaknya ion-ion unsur hara diserap oleh tanaman, menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman dan pH tanah mempengaruhi perkembangan mikroorganisme di dalam tanah. Pengukuran pH sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung berupa ion hidrogen sedangkan pengaruh tidak langsung yaitu tersediannya unsur-unsur hara tertentu dan adanya

unsur beracun. Penggunaan pestisida secara terus-menerus dapat menurunkan pH sehingga menyebabkan tanah menjadi asam.

Berdasarkan hasil sidik ragam residu pestisida tidak berbeda nyata terhadap pH. Nilai pH 0HST adalah 0,631 dan 28 HST adalah 0,082 (Lampiran 4). Nilai pH (H₂O) pada uji laboratorium berkisar antara 5,5 hingga 5,7 sehingga dapat dikatakan pH masam. Nilai rerata pH pada setiap perlakuan disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai rerata pH (H₂O) tanah

Perlakuan	Nilai pH (H ₂ O)	
	0 Hst	28 Hst
P0	5,64	5,75
P1	5,59	5,68
P2	5,68	5,59
P3	5,65	5,75
P4	5,67	5,72

Keterangan: P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 dosis rekomendasi.

Residu pestisida mempengaruhi jumlah nilai pH 0 HST dan 28 HST, terjadi peningkatan nilai pH sehingga dapat dikatakan nilai pH awal lebih masam dibandingkan dengan pengukuran pada nilai pH akhir. Nilai pH paling masam terdapat pada perlakuan P2 dengan nilai 5,59 sedangkan P0 dan P3 memiliki nilai pH tertinggi yaitu 5,75. Semakin banyak reaksi pelepasan ion H⁺ sehingga tanah menjadi masam. Tekstur tanah yang liat yang digunakan dalam penelitian juga dapat menimbulkan pH menjadi masam. Tekstur tanah liat mempunyai koloid tanah yang dapat melakukan kapasitas tukar kation yang tinggi, tanah yang banyak mengandung kation dapat menimbulkan reaksi masam. Kemas (2005) mengemukakan faktor-faktor yang mempengaruhi pH tanah adalah unsur-unsur yang terkandung dalam tanah, konsentrasi ion H⁺ dan OH⁻, mineral tanah, air hujan dan bahan induk, bahwa bahan induk tanah mempunyai pH yang bervariasi sesuai dengan mineral penyusunnya dan asam nitrit yang secara alami merupakan komponen renik dari air hujan juga merupakan faktor yang mempengaruhi pH tanah.

Cheng (1990) yang menyatakan bahwa peruraian pestisida dalam tanah dapat berlangsung secara abiotik melalui reaksi hidrolisis. Salah satu faktor yang mempengaruhi reaksi hidrolisis adalah pH tanah. Reaksi hidrolisis yang terjadi untuk menguraikan *Deltametrin* yaitu reaksi hidrolisis netral. Hal ini sesuai dengan pendapat Wolfe *et al.* (1977) bahwa reaksi hidrolisis yang sering terjadi di

lingkungan adalah hidrolisis netral dan hidrolisis alkalin. Pada kondisi netral reaksi hidrolisis akan menyebabkan putusnya ikatan C-O dan menghasilkan senyawa alkohol. Kurniawati *et al.* (2010), menyatakan bahwa *Deltametrin* memiliki sifat mudah menguap terutama apabila berada di bawah paparan sinar matahari. pH tanah umumnya berkisar dari 3.0-9.0, tapi di Indonesia umumnya tanahnya bereaksi masam dengan pH 4.0-5.5 sehingga tanah dengan pH 6.0-6.5 sering dikatakan cukup netral meskipun sebenarnya masih agak masam (Hardjowigeno, 2007). Terdapat dua jenis reaksi tanah atau kemasaman tanah, yakni kemasaman aktif dan potensial. Reaksi tanah aktif ialah yang diukur konsentrasi hydrogen yang terdapat bebas dalam larutan tanah. Reaksi tanah inilah yang diukur pada pemakaiannya sehari-hari. Reaksi tanah potensial ialah banyaknya kadar hydrogen dapat tukar baik yang terjerap oleh kompleks koloid tanah maupun yang terdapat dalam larutan (Hanafiah, 2005).

4.4 Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Kandungan Hara Tanah

4.4.1 N-Total (%) Tanah

Unsur N dalam tanah berasal dari hasil dekomposisi bahan organik sisa-sisa tanaman maupun binatang, pemupukan dan air hujan. Tanaman menyerap N terutama melalui akar, juga melalui stomata daun saat hujan atau penyemprotan pupuk daun (Hanafiah, 2005). Unsur N dalam tanah dipengaruhi oleh pH, bahan organik, tekstur tanah dan KTK yang rendah. Pengukuran unsur hara N dalam tanah digunakan untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah. Pengaplikasian pestisida secara berlebihan dapat mengakibatkan menurunnya kadar unsur hara N dalam tanah.

Berdasarkan hasil sidik ragam residu pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap nilai N-total 0 HST adalah 0,369 dan 28 HST dengan nilai adalah 0,962 (Lampiran 5). Hasil rata-rata nilai N-total setiap perlakuan disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil rata-rata nilai N-total setiap perlakuan

Perlakuan	Nilai N-total (%)	
	0 HST	28 HST
P0	0,0567	0,0600
P1	0,0633	0,0633
P2	0,0633	0,0633
P3	0,0667	0,0633
P4	0,0633	0,0633

Keterangan: P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 dosis rekomendasi.

Terdapat penurunan nilai N pada masing-masing perlakuan, nilai N tertinggi terdapat pada P3 dan P4 sedangkan P0 adalah yang terendah. Penurunan N-total tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sedangkan pada P0 terdapat kenaikan jumlah N-total meskipun nilainya tergolong stabil. Peningkatan nilai N dikarenakan karena penerapan insektisida dalam jumlah mineralisasi N (NH_4^+ dan NO_3^-) dalam tanah. Insektisida mungkin merangsang pertumbuhan dan aktivitas bakteri amonia dan nitrifikasi yang mana berperan atas mineralisasi N.

Banyak faktor yang mempengaruhi keberadaan residu pestisida selain dari faktor sifat fisik, kimia dan biologi tanah tersebut. *Deltametrin* tidak terdeteksi dalam tanah juga diduga akibat formulasi insektisida Decis berupa EC (emulsible concentrates) yang terlebih dahulu bereaksi dengan udara sebelum mengenai tanaman. Menurut Oka (1982) model kualitatif perjalanan pestisida formulasi EC dan WP setelah diaplikasikan yaitu terlebih dahulu bereaksi di udara dibandingkan dengan pestisida formulasi granula yang akan mengalami proses dalam tanah dan air serta kemungkinan berpengaruh negatif terhadap fauna, tanah dan air lebih tinggi. Pestisida dengan formulasi EC yang disemprotkan segera bercampur dengan udara dan langsung terkena sinar matahari. Pestisida dapat mengalami fotodekomposisi di udara. Dalam udara pestisida mengalami perkolasi atau ikut terbang menurut aliran angin. Makin halus butiran larutan makin besar kemungkinan ia ikut perkolasi dan makin jauh ikut diterbangkan arus angin.

Mas'ud (1993) Sifat unsur hara nitrogen yang memiliki mobilitas tinggi dalam tanah juga dapat mempengaruhi keberadaan unsur hara dalam tanah. Sifat tersebut berhubungan erat dengan pencucian (*leaching*). Nitrat dan nitrit yang tidak dimanfaatkan sebagian akan lenyap dalam air pengentusan dan sebagian mengalami denitrifikasi menjadi gas N_2 dan N_2O akan memasuki sistem atmosfer kembali. Selain itu keberadaan unsur nitrogen dalam tanah juga di pengaruhi oleh kemasaman tanah (pH), mengingat pH tanah pada lahan yang sangat masam yang mengakibatkan proses proses nitrifikasi nitrogen oleh jasad renik pada tanah terganggu, seperti yang di jelaskan Mas'ud (1993) proses oksidasi memerlukan basa dapat ditukar dalam takaran banyak dan kadar basa dapat tukar banyak, maka nitrifikasi beralangsur cepat, hal inilah yang menyebabkan rendahnya nitrifikasi pada tanah masam, di samping itu juga masalah kepekaan jasad terhadap pH rendah. Tekstur tanah menunjukkan adanya hubungan korelatif terhadap ammonium dan nitrat terutama

pada proporsi pasir dan liat, semakin tinggi jumlah liat akan diikuti peningkatan N (Khalif *et al* , 2014).

4.4.2 P-Tersedia Dalam Tanah

Fosfor (P) merupakan unsur hara kedua setelah nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk perkembangan akar, pertumbuhan, dan juga pemasakan. Ketersediaan P dalam tanah sangat ditentukan oleh bahan induk tanah, masukan bahan organik, pemupukan dan pengapuran, serta sifat kimia tanah yang lain (misalnya pH, basa-basa). Menurut Sudaryono (2009) fungsi penting unsur hara fosfor bagi tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses metabolisme tanaman yang lainnya.

Berdasarkan analisis sidik ragam residu pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap P pada 0 HST dan 28 HST. Unsur P termasuk dalam kriteria yang sangat tinggi (standar > 60) (Lampiran 6). Terdapat peningkatan yang sangat signifikan pada masing-masing perlakuan, dimana nilai P tertinggi pada perlakuan P2 sedangkan nilai P terendah adalah P0. Nilai rata-rata P-tersedia tanah disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil rata-rata nilai P-tersedia

Perlakuan	Nilai P-tersedia (mg/kg)	
	0 HST	28 HST
P0	64,6	98,5
P1	61,1	105,2
P2	62,4	112,7
P3	62,3	94,0
P4	58,7	101,1

Keterangan: P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 dosis rekomendasi.

Peningkatan nilai P dipengaruhi dengan adanya tekstur tanah liat, pH, air irigasi dan pemupukan SP-36 yang diaplikasikan. Tanah dengan fraksi liat tinggi mampu lebih banyak mengikat ion-ion disekitarnya. Menurut Yong *et. al.* (1992) mineral liat mempunyai ukuran yang halus dan mempunyai luas permukaan per satuan volume yang besar, sehingga sangat berpengaruh pada penyerapan bahan aktif pestisida. Kandungan bahan organik di dalam tanah memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat penyerapan *Deltametrin*. Hal ini didukung oleh penelitian

Kurniawati et al. (2010) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan bahan organik tanah maka penyerapan *Deltametrin* akan semakin meningkat. Mekanisme pengikatan bahan aktif pestisida oleh bahan organik tanah menurut Schnoor (1996) terjadi melalui tiga cara (1) Gaya Van der Waals, (2) Ikatan hidrogen dan (3) Pertukaran ligan (untuk pestisida non ionik polar).

Mineralisasi P yang tinggi terjadi melalui hilangnya mikroflora dan meningkatnya NH_4^+ - N. Penghambatan nitrifikasi menjadi cara NH_4^+ - N diakumulasikan dalam tanah. Roskarman dan Yuwono (2002) menyatakan umunya unsur P akan tercuci oleh air hujan ataupun air pengairan. Hal ini diduga karena P bereaksi dengan ion lain dan membentuk senyawa yang tingkat kelarutannya berkurang. Faktor lain yang mempengaruhi keberadaan unsur P pada lahan adalah pemupukan yang dilakukan, sebab unsur hara P yang berada dalam tanah yang terserap oleh tanaman akan tergantung dengan unsur P yang diberikan melalui pemupukan sehingga unsur P dalam tanah tetap tersedia. Sarief (1986) menyatakan pemberian pupuk fosfat dalam jumlah yang tinggi memberikan pengaruh sisa, hal ini dikarenakan sedikit fosfat yang hilang karena tercuci air ataupun diambil tanaman.

4.4.3 K-dd Tanah

Unsur K dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang besar, yakni terbesar ketiga setelah hara N dan P. Unsur kalium merupakan unsur hara yang tergolong memiliki tingkat mobilitas tinggi. Unsur hara dapat dikatakan mobil bila ia dapat ditransformasikan atau disalurkan lagi dalam bagian tumbuhan, bila pada suatu saat ia telah tersimpan dalam salah satu bagian tumbuhan dan pada bagian lain terjadi kekurangan unsur hara tersebut. Unsur K bukan merupakan unsur penyusun jaringan tanaman, namun berperan dalam pembentukan pati, mengaktifkan enzim, pembukaan stomata (mengatur pernapasan dan penguapan), proses fisiologis dalam tanaman, proses metabolik dalam sel, mempengaruhi penyerapan unsur-unsur lain, mempertinggi daya tahan terhadap kekeringan, penyakit selain itu juga berperan dalam perkembangan akar (Havlin *et al.*, 1999).

Berdasarkan hasil sidik ragam nilai residu berbagai dosis pestisida tidak berbeda nyata pada 0HST : 0,321 dan 28 HST dengan nilai Fpr adalah 0,304 (Lampiran 7). Hasil rata-rata analisis laboratorium nilai K mengalami penurunan pada perlakuan P0, P1 dan P3 sedangkan P2 dan P4 mengalami peningkatan. Hasil tersebut disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil rata-rata nilai K-dd

Perlakuan	Nilai K-dd (me/100g)	
	0 HST	28 HST
P0	3,20	2,45
P1	3,19	2,65
P2	1,85	3,35
P3	4,31	2,68
P4	2,95	4,19

Keterangan: P0 (kontrol) tanpa aplikasi pestisida, P1 pestisida 0,5 dosis rekomendasi, P2 pestisida 1 dosis rekomendasi, P3 pestisida 1,5 dosis rekomendasi, P4 pestisida 2 dosis rekomendasi.

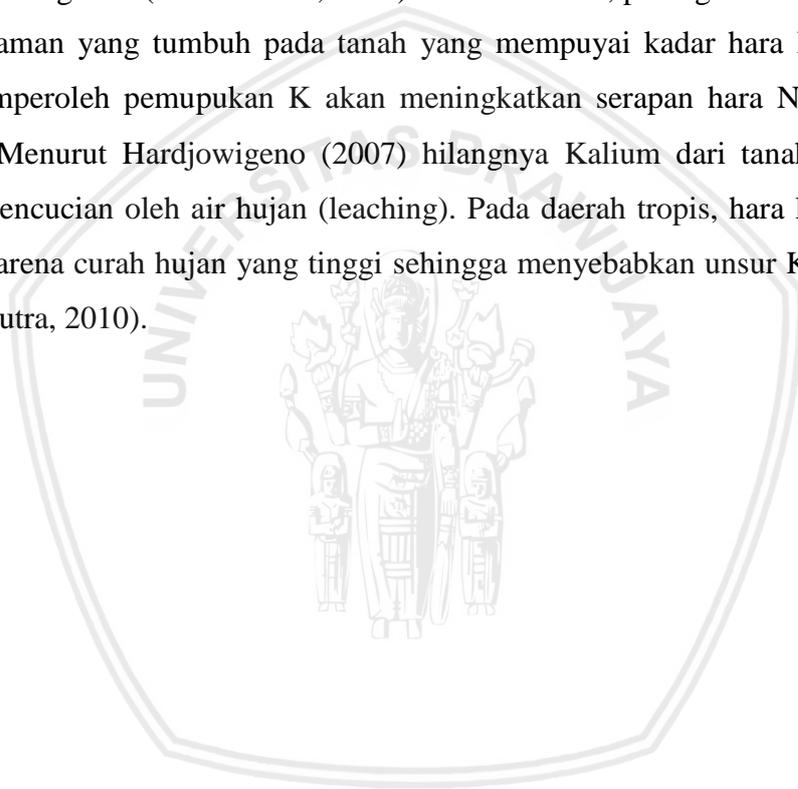
Penurunan nilai K pada P0, P1 dan P3 dikarenakan karena pH tanah dan kandungan liat tanah. Perilaku *klorpirifos* dalam tanah diduga dipengaruhi oleh pH tanah, dimana tanah dengan nilai pH tinggi (7,9-8,1) diduga menyebabkan rendahnya persistensi *klorpirifos* dalam tanah (Yucel *et al.* 1999). Mekanisme dan kinetika serapan insektisida dalam tanah tergantung ditentukan oleh kandungan liat dan karakteristik tanah (Soejitno, 2006). Kandungan liat tanah yang berkisar 19-26% berpeluang menjerap pestisida tinggi. Beberapa pestisida mengandung gugus fungsional bermuatan yang mempertinggi peluang terjerap pada tanah, dimana pestisida bermuatan positif terjerap pada permukaan lempung bermuatan negatif dan bahan organik tanah.

Kenaikan nilai K pada perlakuan P2 dan P4 dikarenakan terdapat pengaplikasian pupuk KCL. Tingginya kandungan bahan organik dapat menurunkan pengaruh penggunaan pestisida yang berlebihan, mencegah kontaminasi lingkungan, dan meningkatkan degradasi pestisida tertentu baik secara biologis maupun non biologis (Rajagopal *et al.* 1984).

Aktivitas mikroorganisme tanah mampu mendegradasi senyawa *Deltametrin* seperti dilaporkan oleh Dietz *et al.* (2009) di tanah *Deltametrin* didegradasi oleh mikroba secara aerob. Proses degradasi mulai dengan proses oksidasi gugus nitril (CN) menghasilkan senyawa amida (D-CONH₂). Selanjutnya diikuti proses oksidasi yang menghasilkan *Deltametrin* asam karboksilat (D-COOH) kemudian terjadi pemecahan ester, oksidasi dan mineralisasi menghasilkan CO₂. Beberapa mikroorganisme mampu menguraikan *Deltametrin*, Chen *et al.* (2011) melaporkan bahwa *Streptomyces aureus* strain HP-S-01 mampu menghidrolisis *Deltametrin* menghasilkan 3- *phenoxybenzaldehyd*. Senyawa ini kemudian dioksidasi menjadi 2- *hydroxy-4methoxy benzophenon* sehingga toksisitasnya berkurang.

Banuelos *et al.*, (2002) mengemukakan bahwa kalium memegang peranan penting dalam fungsi sel termasuk pengaturan: (1) turgor, (2) keseimbangan muatan, dan (3) potensial membran dan aktivitas membran sitosol. Pemeliharaan turgor tanaman sangat penting untuk berfungsinya proses fotosintesis dan metabolisme secara baik. Tanaman juga membutuhkan K untuk pembentukan ATP, yang dihasilkan dalam proses fotosintesis dan respirasi (Havlin *et al.*, 1999), karena ATP merupakan sumber energi utama bagi berlangsungnya proses metabolisme tanaman.

Total penyerapan N dan sintesis protein mengalami penurunan pada tanaman yang kekurangan K (Havlin *et al.*, 1999). Berarti bahwa, peningkatan serapan hara K pada tanaman yang tumbuh pada tanah yang mempunyai kadar hara K yang tinggi atau memperoleh pemupukan K akan meningkatkan serapan hara N serta sintesis protein. Menurut Hardjowigeno (2007) hilangnya Kalium dari tanah dikarenakan adanya pencucian oleh air hujan (leaching). Pada daerah tropis, hara kalium mudah tercuci karena curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan unsur K banyak yang hilang (Putra, 2010).



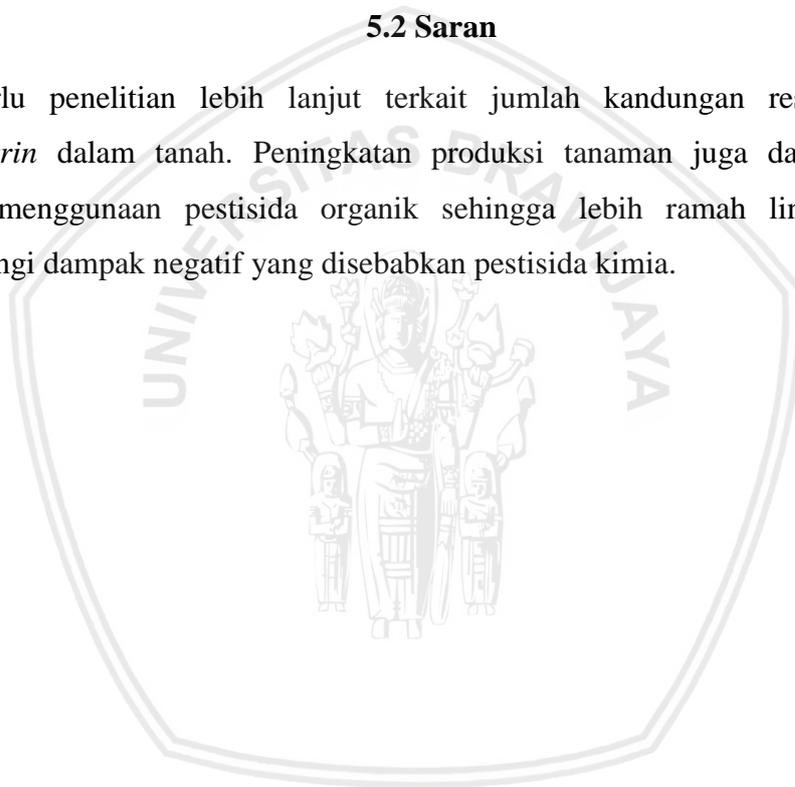
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Residu berbagai dosis pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada perlakuan 7HST, 14 HST, 21 HST dan 28 HST. Residu pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman. Residu pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah yaitu pH dan kandungan N, P, K tanah pada budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

5.2 Saran

Perlu penelitian lebih lanjut terkait jumlah kandungan residu pestisida *Deltametrin* dalam tanah. Peningkatan produksi tanaman juga dapat dilakukan dengan menggunakan pestisida organik sehingga lebih ramah lingkungan dan mengurangi dampak negatif yang disebabkan pestisida kimia.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi kedua. IPB Press. Bogor. Halaman 472.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Statistik Tanaman Sayuran Tahunan*. Diakses dari: <http://bps.go.id> (Tanggal 16 Agustus 2018).
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 7313: 2008. *Batas Maksimum Residu Pestisida Dalam Hasil Pertanian*.
- Chen S, K Lai, Y Li, M Hu, Y Zhang, Y Zeng. 2011. *Biodegradation of deltamethrin and its hydrolysis product 3-phenoxybenzaldehyde by a newly isolated Streptomyces aureus strain HP-S-01*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 90: 14711483.
- Cheng, H.H. 1990. *Pesticides in the Soil Environment : Processes, Impacts, and Modelling, 2ed.*, Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Dayaoen, C.L. 1987. *Toxicity of Some Insecticides and Insecticides Combination on Plutella xylostella (Linn.)*. *Entamol.* 7(2):159-166.
- Dietz S, MD Roman, SL Birkel, CH Maus, P Neumann, and R Fischer. 2009. *Ecotoxicological and environmental profile of the insecticide deltamethrin*. *Bayer Crop Science Journal* 62: 211226.
- Gardner, F.P, R.B. Pearce dan R.I. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI Press. Jakarta.
- Hadjmohammadi, Nikou, S.M., Kmael. 2006. *Determination Of Fipronil Residue in Soil and Water in The Rice Fields in North of Iran by RP-HPLC Method*, *Acta Chim. Slov.* 53, 517-520.
- Hanafiah, A. L. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 305 hal.
- Hardjowigeno. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Penerbit Pustaka Utama.
- Harjadi, B. 2007. *Analisis Karakteristik Kondisi Fisik Lahan DAS dengan PJ dan SIG di DAS Benain-Noemina, NTT*. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan.* 7 No.2 (2007) p: 74-79.

- Khalif, U., Sri, R.U. dan Zaenal, K. 2014. Pengaruh Penanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria*) Terhadap Kandungan C dan N Tanah di Desa Slamparejo, Jabung, Malang. 1 (1) : 09-15.
- Korlina, E., D. Rachmawati dan S.Z. Saadah. 2015. Aplikasi pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi padi. *Jurnal Bioplantae*. 2 (4) : 175-184.
- Kurniawati, Sukria, Narsito, Noegrohati, S. 2010. *Deltametrin Dynamics in Soils From Daerah Istimewa Yogyakarta Province*. Di dalam : *The 2nd International Conference on Cemical Sciences Proceeding*. Yogyakarta, 14-16 Oktober 2010. Halaman 121-124.
- Margianto. 2007. *Budidaya Tanaman Sawi*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta Hal. 150.
- Mas'ud, H. 2009. Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada. *Media Litbang Sulteng*. 2 (2) : 131-136.
- Murphy, K. 1997. *Innovative Cropping System Can Replace Hazardous Pesticide*. *Journal of Pesticide Reform*. 17(4): 2-7.
- Nugraheni, Wintang. 2010. Variasi Pertumbuhan, Kandungan Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase Tanaman Ganyong (*Canna edulis Ker.*) pada Ketersediaan Air Yang Berbeda. Skripsi. Surakarta: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Petrovic, M. 2000. *Quantitive Determination of Pesticides in Soil by Thin-layer Chromatography and Video Densitometry*, *Croatica Chemica Acta*. 73(1), 197-520.
- Rajagopal, B.S., Brahmaprakash, B.R. Reddy, U.D. Singh, and N. Sethunathan. 1984. *Effect and presistence of selected carbamate pesticides in soil*. *Residue Review* 93: 75-120.
- Ryan, Ishak.2010. Respon Tanaman Sawi Akibat Pemberian Pupuk NPK dan Penambahan Bokashi pada Tanah Asal Bumi Wonorejo Nabire. V(4).
- Rusmita, A., A. Fahrunsyah. 2009. Evaluasi Ketersediaan Hara melalui Analisis Jaringan Tanaman Padi Sawah (*Oriza sativa L.*). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 15(3).
- Schnoor, J.L. 1996. *Environmental Modelling Fate and Transport of Pollutants in Water, Air, and Soil*. John Wiley & Sons, Inc. Canada.

- Sinay, Hermalina. 2015. Pengaruh Perlakuan Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Kadungan Prolin pada Fase Vegetatif Beberapa Kultivar Jagung Lokal dari Pulau Kisar Maluku di Rumah Kaca. Ambon: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Pattimura Ambon. V(5): 10-18.
- Soewandita, H. 2008. Studi Kesuburan Tanah dan Analisis Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Tanaman Perkebunan di Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 10 (2) : 128-133.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta Kalimantan Timur. *J. Tek. Ling.* 10(3): 337–346.
- Soejitno, J. 2006. *Pesticides residues on food crops and vegetables in Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian*. 21(4): 124-132.
- Sulistiyono, 2002. Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Petani Bawang Merah dalam Penggunaan Pestisida. (Kasus di Kabupaten Nganjuk Propinsi Jawa Timur). Thesis Program Pascasarjana. IPB
- Sutejo.M.M, 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Jakarta: Rineka Cipta.
- Wang, J.Z. Li dan Hu. 2006. *Pyraflufen-ethyl Residues in Sol by Solid Extraction and High Performance Liquid Chromatography with UV Detection*. *Analytical Sciences*, 22, 1589-1592.
- Wulandari, Wahyuni,Suhandoyo. 2013. Efek Insektisida Decis Terhadap Mortalitas Dan Struktur Histologis Insang Ikan Nila Merah. Universitas Yogyakarta.
- Wolfe, N. L., Zepp, R.G., Gordon, J.A., Bauughman, G.L., and Cline, D. M. 1977. *Kinetics Of Chemical Degradation of Malathionin Water*. *Environ. Sci. Technol.*, II (1), 88-93.
- Young, A. 1980. *Tropical Soil and Soil Survei*. Cambridge University Press London.
- Yuantari, M.G.C., Widiarnako, B., dan Sunoko, R. H. 2013. Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1 (2) : 67 – 78.
- Yucel, U., M. Ylim, K. Gozek, C.S. Helling, and Y. Sarykaya. 1999. *Chlorpyrifos degradation in Turkish soil. Journal of Environmental Science and Health*. 34(1): 75-95.

Yuni, R., Y.A. Trisyono, Witjaksono, D. Indradewa. 2011. Pengaruh Konsentrasi Subletal Deltametrin Terhadap Nutrisi dan Pertumbuhan Tanaman Padi. *Jurnal Perlindungan Tanaman*. 17(2): 47-53.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman (cm)

1. Anova 7 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	6,213	1,553	0,78	0,565
Galat	10	20,020	2,002		
Total	14	26,233			

2. Anova 14 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	23,471	5,868	1,88	0,190
Galat	10	31,147	3,115		
Total	14	54,617			

3. Anova 21 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	33,289	8,322	2,52	0,107
Galat	10	32,960	3,296		
Total	14	60,297			

4. Anova 28 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	48,631	12,158	2,61	0,099
Galat	10	46,507	4,651		
Total	14	95,137			

Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman

1. Anova 7 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	1,7333	0,4333	2,17	0,147
Galat	10	2,00	0,20		
Total	14	3,7333			

Anova 14 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	3,333	0,833	0,83	0,534
Galat	10	10,00	1,00		
Total	14	13,333			

2. Anova 21 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	11,067	2,767	2,59	0,101
Galat	10	10,667	1,067		
Total	14	21,733			

3. Anova 28 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	11,333	2,833	1,09	0,412
Galat	10	26,000	2,600		
Total	14	37,333			

Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Bobot Segar Basah

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	3910,0	977,5	1,98	0,174
Galat	10	4935,6	493,6		
Total	14	8845,6			

Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam pH (H₂O) Tanah

1. pH Tanah 0 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	0,013773	0,003443	0,66	0,631
Galat	10	0,051800	0,005180		
Total	14	0,065573			

2. pH Tanah 28 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	0,058493	0,014623	2,84	0,082
Galat	10	0,051467	0,005147		
Total	14	0,109960			

Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam N-Total (%) Tanah

1. Anova N-Total (%) Tanah 0 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	0,00016000	0,00004000	1,20	0,369
Galat	10	0,00033333	0,00003333		
Total	14	0,00049333			

2. Anova N-Total (%) Tanah 28 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	0,00002667	0,00000667	0,14	0,962
Galat	10	0,00046667	0,00004667		
Total	14	0,00049333			

Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam P-Tersedia (mg/kg) Tanah

1. Anova P-Tersedia Tanah 0 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	54,18	13,54	0,64	0,647
Galat	10	211,98	21,20		
Total	14	266,15			

2. Anova P-Tersedia Tanah 28 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	605,1	151,3	0,79	0,555
Galat	10	1904,2	190,4		
Total	14	2509,3			

Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam K-dd (me/100g) Tanah

1. Anova K-dd Tanah 0 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	9,202	2,301	1,34	0,321
Galat	10	17,165	1,717		
Total	14	26,367			

2. Anova K-dd Tanah 28 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-Hit	F Pr
Perlakuan	4	6,142	1,535	1,31	0,330
Galat	10	11,694	1,169		
Total	14	17,836			



Lampiran 8. Perhitungan Pupuk

$$\begin{aligned} \text{HLO} &= \text{KLO} \times \text{BI} \times \text{LC} \\ &= 20 \text{ cm} \times 1,30 \times 10^8 \\ &= 26 \times 10^8 \end{aligned}$$

1. Kebutuhan Pupuk Urea

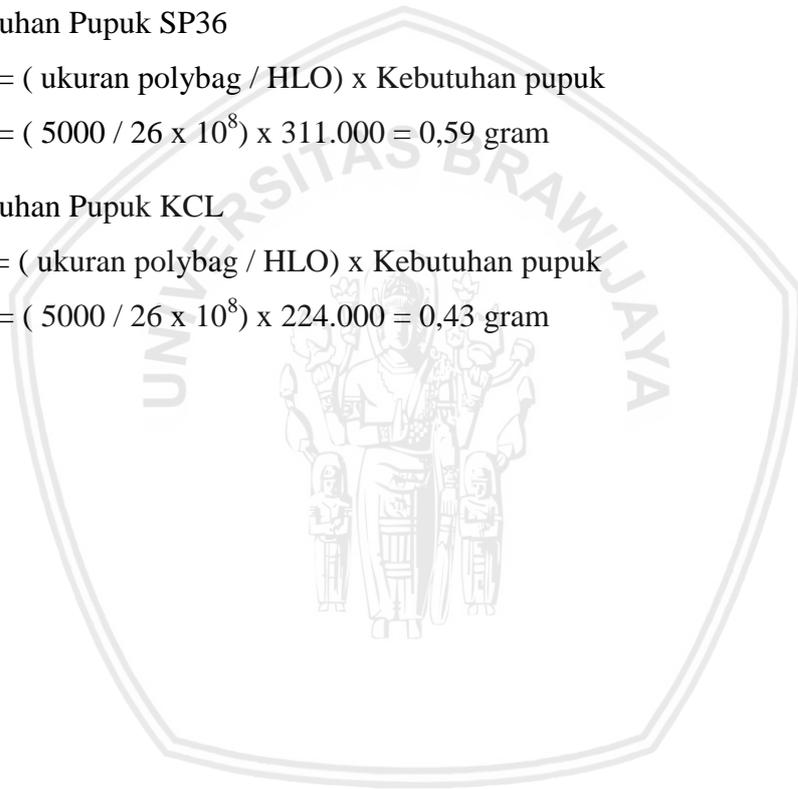
$$\begin{aligned} \text{Urea} &= (\text{ukuran polybag} / \text{HLO}) \times \text{Kebutuhan pupuk} \\ &= (5000 / 26 \times 10^8) \times 374.000 = 0,71 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Pupuk SP36

$$\begin{aligned} \text{SP36} &= (\text{ukuran polybag} / \text{HLO}) \times \text{Kebutuhan pupuk} \\ &= (5000 / 26 \times 10^8) \times 311.000 = 0,59 \text{ gram} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan Pupuk KCL

$$\begin{aligned} \text{KCL} &= (\text{ukuran polybag} / \text{HLO}) \times \text{Kebutuhan pupuk} \\ &= (5000 / 26 \times 10^8) \times 224.000 = 0,43 \text{ gram} \end{aligned}$$



Lampiran 9. Label Pestisida

1. Nama dagang : DECIS
2. Nama bahan aktif : *Deltametrin* 25 g/l
3. Formulasi : 2,5 EC
4. Jenis pestisida : Insektisida cair
5. Nomor izin : RI. 387/11-2002/T
6. Gambar dan kalimat tanda bahaya: Bahan berbahaya
7. Petunjuk penggunaan:
 - a. Konsentrasi, dosis dan volume semprot: Bawang merah : 0,5-1 ml/l, Cabai : 0,1875-0,375 ml/l, jagung : 0,2 l/ha, kacang hijau : 0,25-0,5 l/ha.
 - b. Jenis komoditi : Ulat grayak (*Spodoptera axigua*), *Thrips sp.*, belalang (*Locusta migratoria*).
 - c. Waktu dan frekuensi aplikasi : Penyemprotan volume tinggi waktu aplikasi apabila populasi atau intensitas serangan hama mencapai ambang pengendaliannya sesuai rekomendasi.
8. Cara aplikasi : Penyemprotan volume tinggi waktu aplikasi apabila populasi atau intensitas serangan hama mencapai ambang pengendaliannya sesuai rekomendasi.
9. Cara penyimpanan : Simpan ditempat yang aman dan jauh dari jangkauan anak-anak.
10. Petunjuk pertolongan : Tinggalkan pakaian yang terkena bahan ini, cuci kulit yang terkena dengan air, apabila kena mata cuci dengan air bersih selama 15 menit,



Lampiran 10. Dokumentasi Tanaman Sawi di Rumah Kaca



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar (a) adalah penyemaian benih, benih yang digunakan yaitu varietas flamingo, setelah tumbuh tunas dan berusia 14 hari dipilih 15 bibit yang kemudian ditanam di polybag (b) yang merupakan petak percobaan yang diamati. Bibit yang ditanam setidaknya memiliki 3 helai daun dan bibit segar. Gambar (c) adalah inkubasi pestisida dilakukan 2 minggu sebelum tanam. Penyemprotan pestisida *Deltametrin* diaplikasikan ke media tanam dengan dosis berbeda-beda pada setiap perlakuan. Kemudian pestisida diaplikasikan kembali pada minggu ke 2 setelah tanam. Gambar (d) adalah pemupukan urea yang diaplikasikan 1 hari sebelum tanam dan saat tanaman sudah berusia 14 hari. Gambar (e) penyiraman yang dilakukan saat pagi dan sore hari. Gambar (f) pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan seminggu sekali selama 4 minggu.

Lampiran 11. Dokumentasi Pertumbuhan Tanaman Sawi



Pertumbuhan tanaman sawi 0 HST



Pertumbuhan tanaman sawi 7 HST



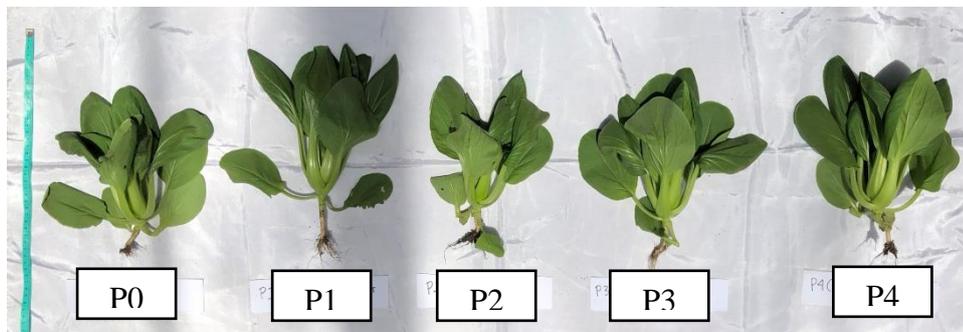
Pertumbuhan tanaman sawi 14 HST



Pertumbuhan tanaman sawi 21 HST



Pertumbuhan tanaman sawi 28 HST



Perbandingan tanaman setiap perlakuan

Lampiran 12. Dokumentasi Analisis Laboratorium Kimia Tanah



(a)



(b)

Gambar. a. Pengayakan sampel tanah; b. penimbangan sampel tanah

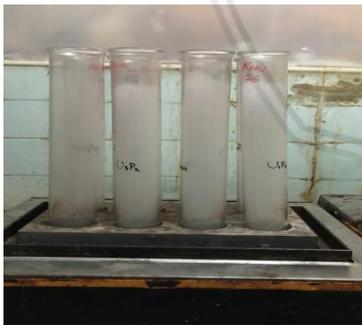


(a)

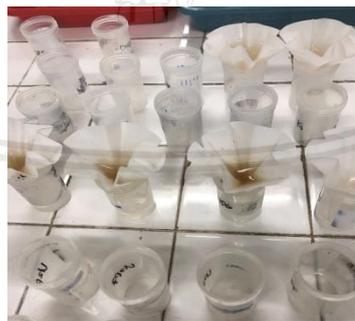


(b)

Gambar. a. pengocokan sampel pH; b. Pengukuran Ph



(a)



(b)



(c)

Gambar. a. Destruksi sampel N; b. Penyaringan larutan P dan K; c. Absorban dengan Spectonic 21 untuk memperoleh standard P dan K