



**KAJIAN KOMPOSISI PESTISIDA NABATI DALAM
PENGENDALIAN KUTU KEBUL PADA TANAMAN TOMAT DAN
PERBAIKAN STRUKTUR TANAH DI DESA SANENREJO**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian*

SKRIPSI

Oleh

**Risma Imanda Reswari
NIM 191710201030**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Teruntuk kedua orang tuaku tercinta, Ayah dan Bunda.

Ku persembahkan karya ini sebagai wujud apresiasi setinggi-tingginya atas sebuah dedikasi, kerja keras, dan perjuangan dalam mengantarkan anak perempuannya ini meraih cita-cita yang tinggi.



MOTTO

“No Matter What Situation, Just Don't Give Up Even If You Feel Like Giving Up”

(Mark Lee)



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Risma Imanda Reswari

NIM : 191710201030

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Kajian Komposisi Pestisida Nabati dalam Pengendalian Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat dan Perbaikan Struktur Tanah Di Desa Sanenrejo* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juli 2023

Yang menyatakan,

Risma Imanda Reswari

NIM 191710201030

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Kajian Komposisi Pestisida Nabati dalam Pengendalian Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat dan Perbaikan Struktur Tanah Di Desa Sanenrejo* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari : Senin

Tanggal : 3 Juli 2023

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., IPM. (.....)

NIP : 19721130 199903 2001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., IPM. (.....)

NIP : 19731130 199903 2001

2. Penguji Anggota

Nama : Sutarsi, S.TP., M.Sc., IPM. (.....)

NIP : 19810926 200501 2002

ABSTRACT

*Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) is a pest that affects the growth process of tomato plants. The way to control the whitefly is to use environmentally friendly botanical pesticides. Plants that can be used as botanical pesticides are papaya leaves and betel leaves. The purpose of this study was to test and analyze the active compounds of botanical pesticides from papaya leaves and betel leaves, determine the composition of botanical pesticides that are most effective in controlling whitefly and analyze the effect of the use of botanical pesticides on improving soil structure in Sanenrejo Village. This research method used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments 5 repetitions consisting of P0 (without botanical pesticides), P1 (70 g papaya leaves + 30 g betel leaves), P2 (80 g papaya leaves + 20 g papaya leaves betel), P3 (90 g papaya leaves + 10 g betel leaves). Observations were made by observing whitefly pest attacks and conducting soil structure tests. The data obtained were analyzed using one-way ANOVA, if the results were significantly different it was continued with the DMRT significant difference test with a level of 5%. The results showed that the botanical pesticides tested from papaya leaves and betel leaves contained active compounds flavonoids, tannins and phenolics that can control whitefly pests. The most effective botanical pesticide composition is P1 treatment with the lowest whitefly attack rate of 10.61%. The effect of the use of botanical pesticides can play a role in improving and stabilizing aggregates in soil structure.*

Keywords: *botanical pesticides, whitefly, papaya leaves, betel leaves, soil structure*

RINGKASAN

Kajian Komposisi Pestisida Nabati dalam Pengendalian Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat dan Perbaikan Struktur Tanah Di Desa Sanenrejo; Risma Imanda Reswari; 191710201030; 2023; Program Studi Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Desa Sanenrejo termasuk desa yang berada di Kecamatan Tempurejo Kabupaten Jember. Salah satu tanaman hortikultura sektor pertanian yang ditanam oleh petani Desa Sanenrejo adalah Tomat. Salah satu yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat karena adanya serangan hama kutu kebul. Penggunaan pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia yang menyebabkan pencemaran lingkungan dan berpengaruh pada kondisi fisik struktur tanah.

Penelitian ini dilakukan di Desa Sanenrejo menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Terdapat 4 perlakuan 5 kali pengulangan pada masing-masing perlakuan. Perlakuan tersebut terdiri dari P0 (Tanpa pestisida nabati), P1 (70 g daun pepaya + 30 g daun sirih), P2 (80 g daun pepaya + 20 g daun sirih), P3 (90 g daun pepaya + 10 g daun sirih). Pengamatan dilakukan dengan menghitung daun tomat yang terserang hama kutu kebul dan menganalisis uji struktur tanah sebelum dan setelah pemberian pestisida. Analisis data menggunakan ANOVA satu arah dan jika berbeda nyata dilakukan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih yang diuji mengandung senyawa aktif flavonoid, tanin, dan fenolik yang mampu mengendalikan serangan hama kutu kebul. Komposisi pestisida nabati yang paling efektif dalam pengendalian serangan kutu kebul adalah komposisi perlakuan P1 dengan menghasilkan serangan hama terendah yakni 10,61%. Pestisida nabati menyebabkan tanah memiliki kandungan bahan organik yang dapat berperan sebagai stabilisasi agregat pada struktur tanah di Desa Sanenrejo sehingga tanah lebih mudah dalam mengikat dan menahan air.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Komposisi Pestisida Nabati dalam Pengendalian Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat dan Perbaikan Struktur Tanah Di Desa Sanenrejo”. Skripsi ini ditulis guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh sebab itu, melalui skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua saya tercinta, ayahanda Subariman dan ibunda Siti Rasma yang telah memberikan dukungan baik dari segi doa, kasih sayang, materiil dan moril.
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng., IPM. selaku Dekan di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T., IPM. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Utama yang senantiasa meluangkan waktu, pikiran, perhatian, motivasi dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Tasliman, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memantau perkembangan akademik, membimbing, dan memberi dukungan serta saran selama menjadi mahasiswa.
6. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Utama dan Sutarsi, S.TP., M.Sc., IPM. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan memberikan motivasi, saran serta evaluasi dalam skripsi ini.
7. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc., selaku Komisi Bimbingan Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
8. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, teknisi laboratorium, staf dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

9. Kepada Mochammad Fakhri Roivansah, terima kasih telah membersamai, menemani, dan selalu ada dalam suka maupun duka dari saat menjadi mahasiswa baru Tahun 2019 hingga saat ini.
10. Bapak Sutikno selaku Kepala Desa Sanenrejo dan Keluarga Bapak Ponirin selaku Sekretaris Desa Sanenrejo yang telah memberikan bantuan, lahan tempat penelitian, serta tempat tinggal sementara selama penelitian di Desa Sanenrejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, namun telah memberikan banyak bantuan, dukungan dan semangatnya selama ini.

Penulis menyadari dalam tulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis mengucapkan terimakasih dan mohon maaf apabila terdapat hal yang salah dan kurang berkenan di hati. Demikian yang dapat penulis tuliskan, semoga dengan selesainya penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan membantu para pembaca yang membutuhkan informasi yang berkaitan dengan tulisan ini.

Jember, 27 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	i
MOTTO	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
ABSTRACT	v
RINGKASAN.....	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Tomat.....	5
2.2 Kutu Kebul	6
2.3 Kombinasi Pestisida	7
2.4 Pestisida Nabati.....	8
2.5 Daun Pepaya.....	8
2.6 Daun Sirih.....	10
2.7 Struktur Tanah	11
2.8 Mekanisme Perubahan Struktur Tanah Akibat Pestisida.....	12
2.9 Rancangan Acak Lengkap (RAL)	13
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14

3.3 Desain Penelitian	15
3.4 Prosedur Penelitian	16
3.4.1 Studi Literatur	17
3.4.2 Survei dan Penentuan Lokasi Penelitian.....	17
3.4.3 Persiapan Alat dan Bahan	17
3.4.4 Penyediaan Tanaman Tomat	17
3.4.5 Uji Struktur Tanah Pertama	17
3.4.6 Pembuatan Pestisida Nabati	18
3.4.7 Pengujian Senyawa Aktif Pestisida Nabati.....	19
3.4.8 Pengaplikasian Pestisida Nabati.....	19
3.4.9 Pengamatan Serangan Hama Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat	19
3.4.10 Perhitungan Keragaman (ANOVA)	20
3.4.11 Uji Struktur Tanah Kedua	20
3.5 Analisis Data.....	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Karakterisasi Senyawa Aktif dari Komposisi Pestisida Nabati.....	21
4.2 Serangan Hama Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat Setelah Penggunaan Pestisida Nabati.....	26
4.2.1 Hasil Pengamatan Serangan Hama Kutu Kebul.....	26
4.2.2 Analisis Perhitungan Keragaman ANOVA	27
4.2.3 Uji Lanjut <i>Duncan's Multiple Range Test</i> 5%.....	28
4.3 Pengaruh Pestisida Nabati Terhadap Struktur Tanah.....	30
4.3.1 Hasil Uji Struktur Tanah.....	30
4.3.2 Pengaruh Bahan Organik Pestisida Nabati Terhadap Struktur Tanah..	33
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Tomat.....	5
Gambar 2.2 Hama Kutu Kebul.....	6
Gambar 2.3 Daun Pepaya.....	9
Gambar 2.4 Daun Sirih	10
Gambar 3.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian	14
Gambar 3.2 Denah Tata Letak Tanaman Percobaan	15
Gambar 3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	16
Gambar 4.1 Struktur Dasar Senyawa Flavonoid	23
Gambar 4.2 Struktur Dasar Senyawa Tanin.....	24
Gambar 4.3 Struktur Dasar Senyawa Fenolik	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Aktif Daun Pepaya.....	9
Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Aktif Daun Sirih	10
Tabel 2.3 Bentuk Agregat Struktur Tanah	11
Tabel 2.4 Kelas Ukuran Bentuk Struktur Tanah (mm).....	12
Tabel 2.5 Derajat Struktur Tanah	12
Tabel 4.1 Hasil uji kandungan pestisida nabati	21
Tabel 4.2 Data Hasil Rata-rata Serangan Hama (%)	26
Tabel 4.3 Analisis Keragaman ANOVA.....	27
Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Serangan Hama	28
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Uji Struktur Tanah Pestisida Nabati	31
Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Uji Struktur Tanah Pestisida Kimia.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....	50
Lampiran 2 Tabel Data Serangan Kutu Kebul Selama 8 kali Pengamatan.....	51
Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium Senyawa Aktif Pestisida Nabati.....	52



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desa Sanenrejo termasuk desa yang berada di Kecamatan Tempurejo Kabupaten Jember. Desa Sanenrejo memiliki luas wilayah mencapai 489,461 Ha/m dan memiliki dua dusun yakni Dusun Krajan dan Dusun Mandilis. Selain itu, Desa Sanenrejo sepanjang tahun memiliki intensitas curah hujan mencapai 2.154 Mm pada ketinggian 425 mdpl. Suhu rata-rata harian di Desa Sanenrejo sekitar 30°C sehingga termasuk daerah yang cukup panas (Prabowo dkk., 2022). Desa Sanenrejo yang terletak di perbatasan kawasan penyangga Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) termasuk daerah iklim dengan musim kering nyata. Kawasan potensi alam yang dimiliki Desa Sanenrejo mendukung peran sektor pertanian menjadi kebutuhan pangan dan lapangan pekerjaan bagi petani. Mata pencaharian utama penduduk Desa Sanenrejo yang bekerja sebagai petani berjumlah 1.787 jiwa. Salah satu tanaman hortikultura sektor pertanian yang ditanam oleh petani Desa Sanenrejo adalah Tomat. Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) termasuk sayuran komoditas hortikultura yang sangat potensial untuk dibudidayakan.

Pada tanaman tomat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhannya, yakni faktor lingkungan, varietas, dan keberadaan OPT (organisme pengganggu tanaman). Kondisi daerah Desa Sanenrejo yang kering dengan suhu rata-rata harian sekitar 30°C menyebabkan tanaman tomat mudah diserang hama. Hama kutu kebul termasuk salah satu hama yang mengganggu pertumbuhan tanaman tomat. Kutu kebul sendiri menyerang tanaman tomat untuk dijadikan tanaman inang sehingga dapat meletakkan telur dan memperoleh makanannya. Menurut Indrayani & Sulistyowati (2005) dalam Hidayat dkk. (2020), kutu kebul memiliki kecenderungan tinggi untuk memilih tanaman inang dengan memilih daun yang berbulu seperti pada tanaman tomat. Hama kutu kebul menyerang tanaman tomat dengan cara menghisap cairan floem pada daun. Daun tomat yang terserang kutu kebul akan menyebabkan daun mengalami pertumbuhan tidak normal, mudah layu, hingga mengalami klorosis atau warna

daun menguning. Menurut penelitian yang dilakukan Narendra dkk., (2017) menyatakan bahwa penyakit kuning pada tanaman tomat dan cabai disebabkan karena adanya kolerasi positif dari populasi hama kutu kebul.

Pengendalian hama kutu kebul pada umumnya yang dilakukan petani masih memakai pestisida kimia. Pestisida kimia dapat menyebabkan resistensi atau hama mudah tahan terhadap kandungan yang ada pada pestisida sehingga efektifitas pestisida menurun. Jika digunakan secara jangka panjang, pestisida kimia akan berdampak buruk terhadap lingkungan. Pestisida kimia tidak mudah terurai di alam yang mengakibatkan residunya terakumulasi di dalam tanah. Menurut Hardjowigeno (2003) dalam Kusumarini dkk. (2020), pestisida kimia hanya 20% yang tepat sasaran pada tanaman sedangkan pestisida kimia 80% lainnya jatuh ke tanah. Oleh sebab itu, penggunaan pestisida kimia berpengaruh pada kondisi fisik tanah terutama pada struktur tanah. Cara yang tepat untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia yaitu dengan memanfaatkan pestisida alternatif yang tidak berdampak buruk dan lebih ramah lingkungan seperti pestisida nabati. Pestisida nabati adalah pestisida yang menggunakan bahan alami dari tumbuhan untuk mengurangi atau mengendalikan hama atau organisme pengganggu tanaman, sehingga dapat mengurangi terjadinya pencemaran terhadap lingkungan.

Pestisida nabati yang terbuat dari tumbuhan alami memiliki kandungan senyawa aktif yang berfungsi sebagai penghalau, penghambat nafsu makan, penghambat pertumbuhan, dan sebagai racun toksik. Menurut Noorshilawati dkk. (2016) dalam Amalo dkk. (2020) menyebutkan bahwa senyawa aktif flavonoid, tanin, dan fenol pada daun pepaya dan daun sirih mampu melindungi tanaman dari penyakit dan hama. Daun pepaya berperan sebagai racun toksik yang dapat mengendalikan hama penghisap seperti kutu kebul. Sedangkan daun sirih dapat mengurangi dan menekan pertumbuhan hama kutu kebul. Pestisida nabati menggunakan daun pepaya dan daun sirih akan menjadi cara alternatif dalam pengendalian hama kutu kebul pada tanaman tomat, sehingga dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia. Selain itu, penggunaan pestisida nabati yang disemprotkan pada tanaman yang secara tidak langsung jatuh ke tanah akan memiliki kandungan bahan organik dari pestisida nabati yang dapat

mempengaruhi pembentukan humus di dalam tanah serta kondisi struktur tanah. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka diperlukan suatu penelitian dengan tujuan untuk menguji dan menganalisis kandungan senyawa aktif pestisida nabati, menentukan komposisi pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih yang paling efektif untuk mengendalikan hama kutu kebul pada tanaman tomat, serta menganalisis pengaruh dari penggunaan pestisida nabati tersebut terhadap perbaikan struktur tanah di Desa Sanenrejo.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Apa pengaruh kandungan senyawa aktif dari komposisi pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih terhadap hama?
2. Komposisi pestisida nabati mana yang paling efektif dalam mengendalikan kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo?
3. Bagaimana pengaruh yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida nabati terhadap perbaikan struktur tanah di Desa Sanenrejo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Untuk menguji kandungan senyawa aktif dari komposisi pestisida nabati dan menganalisis pengaruh pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih dalam mengendalikan hama.
2. Untuk menentukan komposisi pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih yang paling efektif dalam mengendalikan kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo.
3. Untuk menganalisis pengaruh penggunaan yang ditimbulkan pestisida nabati terhadap perbaikan struktur tanah di Desa Sanenrejo.

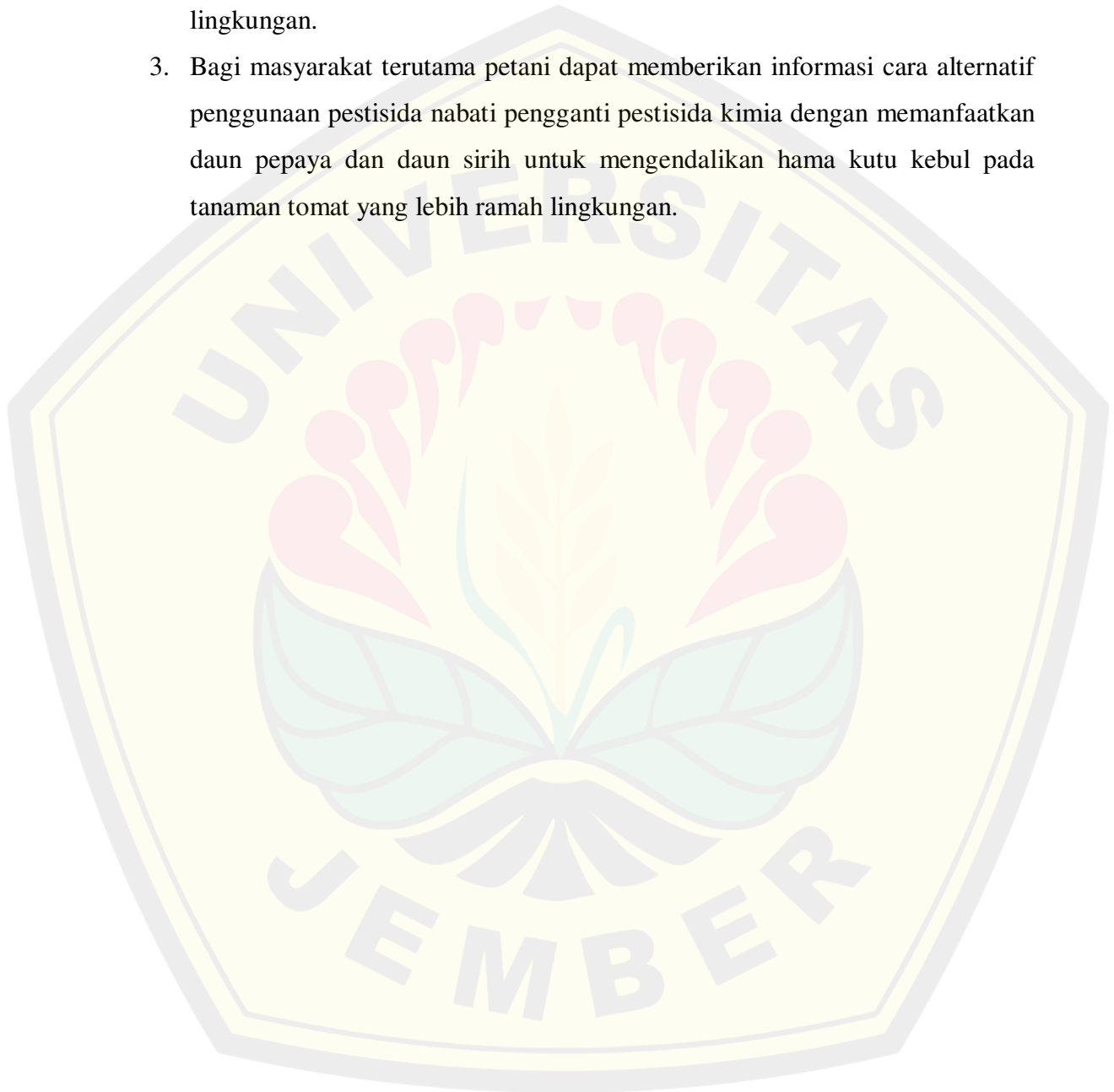
1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi mengenai kandungan pestisida nabati untuk mengendalikan

kutu kebul pada tanaman tomat serta informasi mengenai pengaruh penggunaan pestisida nabati terhadap perbaikan kondisi struktur tanah.

2. Bagi institusi dapat dimanfaatkan sebagai tambahan pengetahuan dan data inventaris penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan kutu kebul dan pengaruhnya terhadap perbaikan struktur tanah secara organik dan ramah lingkungan.
3. Bagi masyarakat terutama petani dapat memberikan informasi cara alternatif penggunaan pestisida nabati pengganti pestisida kimia dengan memanfaatkan daun pepaya dan daun sirih untuk mengendalikan hama kutu kebul pada tanaman tomat yang lebih ramah lingkungan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat

Tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) merupakan tumbuhan dari famili *Solanaceae* dan termasuk tanaman semusim yang berumur pendek tetapi umumnya tumbuh setahun dan dapat tumbuh setinggi 1-2 meter serta mengandung banyak sumber vitamin seperti A, C, dan B. Vitamin tersebut banyak terkandung dalam buah tomat yang dewasa atau merah (Burhan, 2022). Bagian tanaman tomat terdiri dari bunga, daun, akar, batang serta buah yang berperan penting dalam penghasil utama tomat. Bunga, daun, akar, batang serta buah tomat tersebut berfungsi dalam pertumbuhan tomat seperti pengangkutan zat-zat dalam makanan, pernapasan, penyerapan air, fotosintesis, dan kembangbiak dari tomat. Tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1 Tanaman Tomat (Nasution dan Fadillah, 2019)

Tanaman tomat banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan makanan. Tanaman tomat sendiri dapat hidup dan tumbuh pada kisaran suhu 25 °C-30°C dan 65%-80% untuk kelembaban udara. Tomat secara umum tumbuh pada ketinggian 1-1500 mdpl (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Tanaman tomat dapat tumbuh di dataran rendah hingga dataran tinggi secara luas seperti di sawah ataupun lahan kering lainnya. Hasil tanaman tomat dipengaruhi beberapa faktor umum seperti varietas, lingkungan, dan adanya serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Organisme pengganggu tumbuhan yang menyerang dan mengganggu tanaman tomat meliputi hama dan penyakit sehingga mengakibatkan

tanaman tomat akan terganggu dalam proses pertumbuhan dan perkembangannya (Irfan dan Sunarjono, 2003 dalam Narendra dkk., 2017).

2.2 Kutu Kebul

Kutu kebul adalah serangga polifag yang berperan sebagai hama dengan menyerang berbagai jenis tanaman. Kutu kebul umumnya menyerang pada batang, tangkai daun, buah dan daun. Klasifikasi hama kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) menurut Nurtjahyani dan Murtini (2015) adalah Ordo : Hemiptera; Famili : Aleyrodidae; Genus : Bemisia; Species : tabaci. Daur hidup kutu kebul pada tanaman tomat dengan kisaran antara 18–33 hari. Fase telur kutu kebul pada musim panas berlangsung sekitar 3-5 hari dan pada musim penghujan sekitar 5-6 hari. Periode nimfa sekitar 9-14 hari sementara kutu kebul dewasa hidup berkelompok dan mampu hidup selama 1-3 minggu. Siklus hidup kutu kebul sendiri dimulai dari telur yang kemudian menetas dan berkembang menjadi nimfa. Nimfa tumbuh lalu berkembang dan berubah menjadi kutu kebul dewasa. Kutu kebul akan memilih tanaman inang untuk bertelur, makan, dan berkembangbiak (Sari dkk., 2021). Pada awal umur tanaman, populasi kutu ini tergolong sedikit, namun makin tua atau semakin dewasa umur tanaman maka populasi kutu kebul juga semakin meningkat dan titik puncak populasi saat tanaman berumur 63-77 hari setelah tanam dan kemudian akan menurun kembali. Populasi kutu kebul menurun dikarenakan kutu kebul sulit menyukai tanaman lagi untuk dijadikan tanaman inang dan sebagai makanan karena daun-daun muda tidak ada atau pertumbuhan vegetatif tanaman berhenti. Kutu kebul dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2 Hama Kutu Kebul (Patel dkk., 2022)

Kutu kebul merusak tanaman dengan tiga cara yakni pertama dengan menghisap getahnya, kedua sebagai vektor penyakit virus, dan ketiga dengan mengeluarkan embun madu tempat jamur jelaga tumbuh. Serangan secara langsung hama kutu kebul adalah terhisapnya cairan floem pada tanaman inangnya dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman tomat terhambat, mudah layu dan menurunnya produktivitas. Selain itu, kutu kebul mengakibatkan hilangnya cairan pada tanaman hingga daun mudah hancur, gugur sebelum waktunya, mengalami klorosis hingga tanaman mati. Kutu kebul dapat menjadi vektor virus mengakibatkan kerusakan tanaman yang secara langsung sehingga dapat menularkan penyakit dari tanaman ke tanaman lainnya (Agastya dkk., 2020). Serangan kutu kebul pada tanaman juga dengan mengeluarkan embun madu tempat jamur jelaga tumbuh yang diproduksi oleh nimfanya. Permukaan daun tanaman yang terserang embun madu tersebut menjadi berwarna hitam sehingga proses fotosintesis terhambat, mengurangi kualitas sayuran dan menyebabkan penularan penyakit virus daun keriting (Gangwar dan Gangwar, 2018).

2.3 Kombinasi Pestisida

Pengaplikasian jenis pestisida yang tepat dapat digunakan secara bergiliran atau berselang-seling maupun dicampur. Menurut Cloyd (2011) dalam Supriadi (2013), kombinasi pestisida adalah pestisida yang dicampur dua atau lebih pada larutan pestisida yang akan digunakan. Kombinasi pestisida akan bersifat sinergis dan mampu menambah keefektifan pestisida dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) apabila menggunakan dua atau lebih bahan yang berbeda. Pengaplikasian kombinasi pestisida dengan melakukan pencampuran bahan pestisida dalam tempat semprot (*tank mixed*) kemudian mengaplikasikannya secara langsung pada satu waktu, atau secara bergiliran (rotasi) dengan satu musim tanam, ataupun dengan mencampurkan pestisida yang memiliki kandungan bahan aktif berlainan (*formula mixed*). Tujuan campuran pestisida ini untuk meningkatkan keefektifan atau sinergisme pestisida tersebut terhadap hama dan dapat mengurangi biaya (*cost*) saat pengaplikasian pestisida. Penggabungan atau kombinasi pestisida dapat juga dengan mencampurkan

pestisida yang lain jenis seperti pestisida nabati, pestisida hayati, serta pestisida sintetis (Supriadi, 2013). Selain itu, menurut Tampil dkk., (2020) menyatakan bahwa gabungan atau campuran dua bahan pestisida nabati dari ekstrak bahan tanaman mampu menambah peningkatan senyawa bahan aktif sehingga waktu pengamatan lebih cepat dan hasil dari perlakuan semakin meningkat.

2.4 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah bagian dari pengendalian hama dengan menggunakan bahan alami tanaman sehingga aman terhadap lingkungan. Pestisida nabati merupakan pestisida dari tanaman yang mempunyai kandungan metabolit sekunder serta senyawa bahan aktif lainnya seperti fenolik, terpenoid, alkaloid, dan bahan aktif lainnya (Alfaizal dkk., 2021). Pestisida nabati dapat memperbaiki kualitas produk pertanian dan berperan penting dalam stabilitas hasil tanaman budidaya. Indonesia memiliki banyak macam tumbuhan yang dapat menghasilkan metabolit sekunder dan dapat digunakan sebagai pestisida nabati (Rachmawan dan Dalimunthe, 2017). Senyawa toksik pada pestisida nabati yang berasal dari tanaman dapat menjadi ekstrak menggunakan air atau dengan berbagai pelarut lainnya (*acetone, chloroform, ethanol, ether, methanol*). Bahan aktif yang terkandung dalam pestisida nabati ini memiliki fungsi dan peran sebagai penghalau (*repellent*) dengan cara menolak adanya hama karena bau menyengat, sebagai penghambat makan (*antifeedant*) dengan cara hama tidak memakan tanaman yang telah disemprot karena rasanya pahit, penghambat pertumbuhan (*growth regulator*) yaitu dengan menekan atau mengurangi pertumbuhan hama, penarik (*attractant*) yaitu sebagai pemikat datangnya hama, dan racun (*toxic*) yaitu untuk mengganggu hama dalam sistem hormonnya. Terdapat tanaman yang telah diteliti untuk dijadikan sebagai pestisida nabati seperti serai, daun sirih, daun sirsak, daun pepaya, selasih, cengkeh, kemangi, dan daun mimba.

2.5 Daun Pepaya

Daun pepaya termasuk tanaman bermanfaat untuk dijadikan sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama. Bagian dari pepaya yang digunakan sebagai pestisida nabati adalah daunnya. Daun pepaya memiliki kandungan

senyawa fenol, flavonoid, tanin, terpenoid, alkaloid, saponin, dan karbohidrat (Baskaran dkk., 2012). Daun pepaya memiliki kelebihan untuk digunakan sebagai pestisida nabati yakni daunnya tidak susah dicari, aman, dan tidak mudah menyebabkan terjadinya hama kebal terhadap pestisida serta residu mudah terurai sehingga tidak bersifat racun terhadap tanaman dan tidak berdampak negatif bagi lingkungan (Mawardiana dkk., 2022). Kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, dan fenolik dari daun pepaya dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan daun pepaya dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Aktif Daun Pepaya

Senyawa aktif	%
Flavonoid	0,14%
Tanin	11,34%
Fenolik	1,93%

Sumber : Fadlilah dkk., (2017) dan (Zhang dkk., 2022)



Gambar 2.3 Daun Pepaya (Zhou dkk., 2020)

Daun pepaya memiliki kandungan senyawa aktif flavonoid, tanin, papain, saponin, dan alkaloid yang mampu mengurangi hama penghisap (kutu daun, kutu kebul, trips, tungau), aphids, dan rayap. Ekstrak daun pepaya juga mempunyai kandungan papain yang berperan sebagai enzim protease. Penggunaan ekstrak ini dimanfaatkan untuk dijadikan bahan pengendalian dalam pertanian sehingga menekan terjadinya gangguan hama dan penyakit, meningkatkan produksi serta menekan terjadinya dampak negatif pada lingkungan (Vandalisna dkk., 2021). Menurut Ramadhona dkk., (2018) bahwa daun pepaya memberikan pengaruh nyata terhadap kerusakan tanaman dan mortalitas serangga. Konsentrasi ekstrak daun pepaya yang terus meningkat juga akan menyebabkan kenaikan mortalitas serangga.

2.6 Daun Sirih

Daun sirih termasuk tanaman rambat asli Indonesia yang memiliki tinggi mencapai 15 meter, mengandung senyawa fenolik yang bertindak sebagai racun saraf dan menyebabkan cepat kerusakan serangga dan kematian (Yushananta dan Ahyanti, 2021). Menurut Siamtuti dkk., (2017) daun sirih berbentuk jantung dan apabila diremas akan mengeluarkan aroma sedap. Daun sirih memiliki kandungan senyawa aktif yang diketahui yaitu fenol, tanin, flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, dan minyak atsiri (Diana, 2019). Minyak atsiri dari daun sirih ini mempunyai efek membunuh kuman, anti fungi dan antioksidasi. Kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, dan fenolik dari daun sirih dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan daun sirih dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Aktif Daun Sirih

Senyawa aktif	%
Flavonoid	1,08%
Tanin	0,1-1,3%
Fenolik	11,22%

Sumber : Kurniawan dkk. (2021), Pradhan dkk. (2013), dan Kiko dkk., (2022)



Gambar 2.4 Daun Sirih (Avijit dkk., 2020)

Daun sirih memiliki kandungan senyawa aktif fenol yang bersifat antibakteri. Kandungan tersebut efektif dalam pengurangan atau penekanan terjadinya peningkatan bakteri pada tanaman. Kandungan senyawa aktif fenol sirih dapat mengurangi tumbuhnya jamur dan bakteri, serta kandungan fenol pada daun sirih mampu mengurangi terjadinya serangan penyakit sehingga produksi panen pertanian akan meningkat. Kandungan flavanoid pada daun sirih juga bersifat antibakteri sehingga berpotensi dijadikan bahan pestisida nabati. Kandungan senyawa aktif fenol dan kavikol daun sirih dapat digunakan sebagai pestisida

nabati dalam pengendalian hama penghisap daun (Rachmawan dan Dalimunthe, 2017).

2.7 Struktur Tanah

Struktur tanah adalah tanah yang menggumpal kecil dari butiran tanah dimana gumpalan tersebut ini terjadi karena butiran pasir, debu, liat menyatu satu sama lain dengan perekat seperti liat dan bahan organik yang ada di dalam tanah (Tewu dkk., 2016). Gumpalan kecil tersebut memiliki bentuk, ukuran, dan derajat struktur. Fungsi struktur tanah menurut Novita dkk., (2018) adalah sebagai pengatur yang mengontrol tumbuh dan perkembangan akar. Bentuk struktur tanah terdiri dari prisma (*prismatic*), kersai (*granular*), lempeng (*platy*), gumpal (*blocky*), serta tiang (*columnar*). Ukuran struktur tanah terdapat 5 kelas yang terdiri dari sangat halus, halus, sedang, kasar atau besar, dan sangat kasar atau sangat besar. Derajat struktur tanah ditentukan oleh kuat lemahnya agregat tanah terhadap gaya (tekanan) dari luar dan dibedakan menjadi 3 kelas yaitu lemah dengan simbol 1, sedang bersimbol 2, dan kuat dengan simbol 3. Penggolongan bentuk agregat tanah, ukuran struktur tanah, dan derajat struktur tersaji pada Tabel 2.3, Tabel 2.4, dan Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Bentuk Agregat Struktur Tanah

Bentuk Agregat	Keterangan
Lempeng (pl)	Bidang horizontal > dari bidang vertical dan berbentuk rata
Prisma (p)	Ukuran vertikal > horizontal dan ujungnya berbentuk persegi
Tiang (cp)	Ukuran vertikal > horizontal dan ujungnya berbentuk bulat
Gumpal bersudut (ab)	Ukuran vertikal = horizontal dan bersudut lancip
Gumpal agak membulat (sb)	Ukuran vertikal = horizontal dan mempunyai sudut membulat
Granuler (g)	Bentuk membulat atau berbidang banyak (diameternya tidak lebih dari 2 cm)
Novita dkk., (2018)	

Tabel 2.4 Kelas Ukuran Bentuk Struktur Tanah (mm)

Kelas Ukuran	Lempeng	Prisma dan Tiang	Gumpal	Granular
Sangat Halus (vf)	< 1	< 10	< 5	< 1
Halus (f)	1 - 2	10 - 20	5 - 10	1 - 2
Sedang (m)	2 - 5	20 - 50	10 - 20	2 - 5
Kasar (c)	5 - 10	50 - 100	20 - 50	5 - 10
Sangat Kasar (vc)	> 10	> 100	> 50	> 10

Sukarman dkk., (2017)

Tabel 2.5 Derajat Struktur Tanah

Simbol	Tingkat Kemantapan	Kriteria
1	Lemah (<i>weak</i>)	Strukturnya berbentuk tidak jelas, kemantapan kecil, jika diremas tanah akan mudah rusak
2	Sedang (<i>moderate</i>)	Strukturnya berbentuk jelas, kemantapan cukup, apabila diremas terdapat satuan yang tetap jelas
3	Kuat (<i>strong</i>)	Strukturnya sangat jelas, kemantapan sangat kuat, jika diremas masih tetap sempurna

Sukarman dkk., (2017)

2.8 Mekanisme Perubahan Struktur Tanah Akibat Pestisida

Pestisida dapat masuk ke dalam tanah melalui berbagai cara antara lain seperti pestisida yang disemprotkan dari udara, pestisida yang disemprot langsung pada tanah, dan pestisida yang ikut melalui air hujan atau debu. Hardjowigeno (2003) dalam Kusumarini dkk., (2020) menyebutkan bahwa pestisida kimia hanya 20% yang tepat sasaran pada tanaman sedangkan pestisida kimia 80% lainnya jatuh dan masuk ke dalam tanah. Pestisida yang terdapat di dalam tanah akan bertambah ataupun berkurang. Pestisida bertambah jika beberapa pestisida yang diaplikasikan pada tanaman akan masuk dan terserap ke dalam tanah. Sedangkan pestisida yang ada di dalam tanah akan berkurang terjadi karena adanya peruraian secara kimiawi dan mikrobiologi. Mekanisme pestisida masuk ke dalam tanah dimulai pada saat pengaplikasian pestisida yang diikuti dengan fotodegradasi. Pada saat pestisida mencapai tanah terdapat beberapa proses biodegradasi yakni dekomposisi kimia (seperti pH, kelembaban, dan suhu) dan degradasi biologis

(seperti enzim mikroorganisme). Residu pestisida akan diserap akar melalui xilem ke seluruh bagian tanaman yang menyebabkan beberapa efek merusak pada tanah (Alengebawy dkk., 2021).

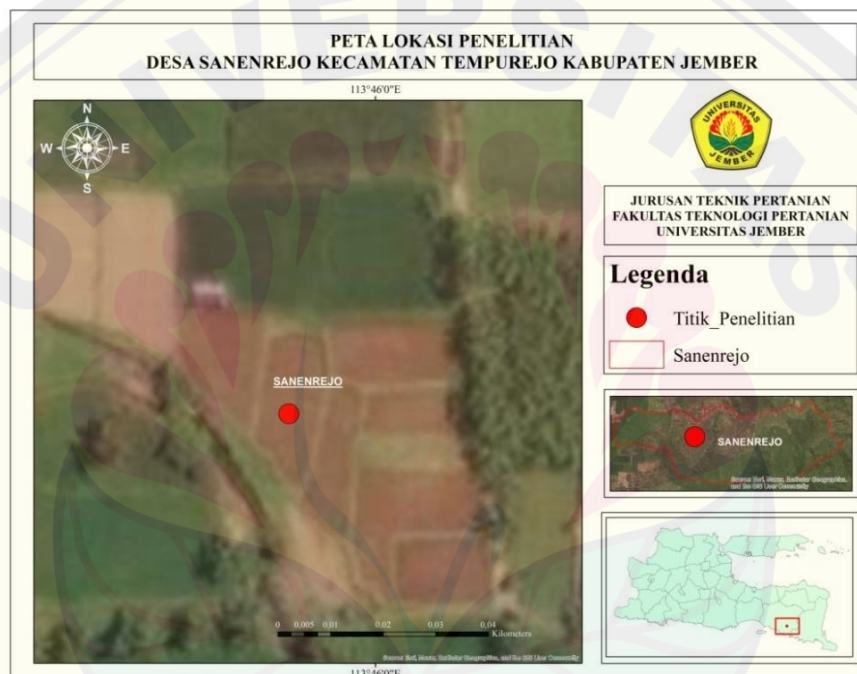
2.9 Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Rancangan acak lengkap atau yang disingkat RAL merupakan metode perancangan lingkungan dimana setiap perlakuan yang ditempatkan pada semua satuan percobaan akan diacak lengkap keseluruhan. Rancangan acak lengkap pada umumnya digunakan jika seluruh satuan percobaan bersifat homogen, yaitu keragaman antarsatuan percobaan tersebut kecil (Mardinata, 2013). Rancangan acak lengkap termasuk rancangan acak dikarenakan setiap satuan percobaan memiliki kesamaan kesempatan untuk memperoleh perlakuan. Lengkap pada rancangan dikarenakan menggunakan semua perlakuan yang dirancang. Pada rancangan acak lengkap tidak membatasi banyaknya penggunaan satuan percobaan. Rancangan acak lengkap atau yang disingkat RAL ini merupakan rancangan dengan perhitungan sederhana dibanding dengan perhitungan rancangan lainnya. Sumber keragaman yang diamati pada rancangan acak lengkap adalah perlakuan dan galat. Pada umumnya rancangan acak lengkap sesuai untuk digunakan pada alat, media, dan kondisi lingkungan yang homogen (Sunandi dkk., 2013).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Maret hingga April 2023. Penelitian dilakukan di Desa Sanenrejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember. Lokasi tersebut digunakan untuk pengambilan bahan, pembuatan pestisida nabati, pengaplikasian pestisida, pengambilan data, pengambilan sampel tanah, dan pengamatan analisis struktur tanah. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk persiapan tanaman tomat dan pembuatan pestisida nabati terdiri dari cangkul, pisau, blender, gelas ukur, kain saring, timbangan digital, ember, corong, kertas label, jirigen 5 liter, dan alat tulis. Bahan yang digunakan terdiri dari lahan pertanian, tanaman tomat, hama kutu kebul, daun sirih, daun pepaya, pestisida kimia, dan air. Sedangkan untuk alat dan bahan yang dibutuhkan pada pengamatan analisis struktur tanah terdiri dari bor tanah, penggaris, tabel struktur tanah, alat tulis serta bahan sampel tanah yang akan diuji.

3.3 Desain Penelitian

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Rancangan Acak Lengkap adalah suatu rancangan percobaan yang diacak pada perlakuan dan dilakukan pada semua unit percobaan (Persulesy dkk., 2016). Sedangkan non faktorial adalah faktor yang diteliti hanya ada satu pada suatu rancangan (Rifkiani dkk., 2015). Desain penelitian dilakukan dengan memberikan 4 perlakuan 5 kali pengulangan pada masing-masing perlakuan. Tanaman yang digunakan sebanyak 42 tanaman yang terdiri dari 20 tanaman tomat percobaan, 20 tanaman tomat sulaman, dan 2 tanaman tomat yang diaplikasikan pestisida kimia. Jarak antar tanaman satu sama lain yakni 40 cm. Adapun keterangan variasi komposisi pestisida nabati terdiri dari :

P0 = Tanpa pemberian pestisida nabati (sebagai kontrol)

P1 = 70 g daun pepaya + 30 g daun sirih

P2 = 80 g daun pepaya + 20 g daun sirih

P3 = 90 g daun pepaya + 10 g daun sirih

Penelitian ini diulang sebanyak 5 kali dengan ketentuan ulangan minimum menurut Harahap dkk., (2022) sebagai berikut.

$$t(n-1) \geq 15 \rightarrow 4(n-1) \geq 15$$

$$4n-4 \geq 15 \rightarrow 4n \geq 15 + 4$$

$$4n \geq 19 \rightarrow n \geq \frac{19}{4} \rightarrow n \geq 4,75 \rightarrow 5 \text{ ulangan}$$

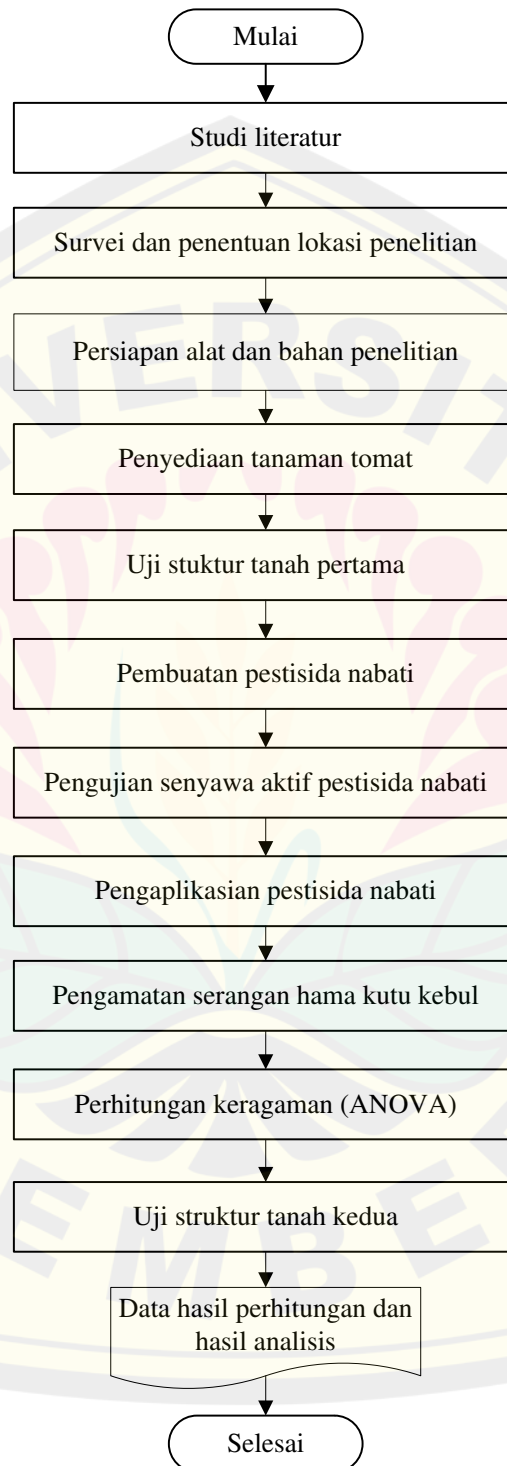
Sedangkan denah tata letak tanaman percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.

P0	P1	P3	P2	1
P0	P3	P1	P2	2
P2	P1	P3	P0	3
P1	P2	P0	P3	4
P1	P3	P0	P2	5

Gambar 3.2 Denah Tata Letak Tanaman Percobaan

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Studi Literatur

Penelitian ini dilakukan persiapan studi pustaka dengan tujuan untuk mencari informasi, memahami informasi yang diperoleh baik dari buku, jurnal, peraturan pemerintah yang berhubungan dengan topik penelitian, serta mempelajari penelitian terdahulu yang serupa.

3.4.2 Survei dan Penentuan Lokasi Penelitian

Survei dan penentuan lokasi penelitian bertujuan untuk mengetahui kondisi lapang lahan pertanian terutama lahan pertanian tanaman tomat yang akan diaplikasikan pestisida nabati serta untuk memperoleh informasi mengenai hama kutu kebul dan bahan pestisida nabati yang akan digunakan. Titik lokasi yang akan digunakan berada di Desa Sanenrejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember.

3.4.3 Persiapan Alat dan Bahan

Selanjutnya dilakukan pendataan dan penyediaan alat dan bahan yang dibutuhkan atau yang digunakan saat pelaksanaan penelitian.

3.4.4 Penyediaan Tanaman Tomat

Tanaman tomat yang akan digunakan yakni tanaman tomat milik petani Desa Sanenrejo sebanyak 42 tanaman yang terdiri dari 20 tanaman tomat percobaan, 20 tanaman tomat sulaman, dan 2 tanaman tomat yang diaplikasikan pestisida kimia. Alat yang digunakan untuk persiapan lahan terdiri atas cangkul dan bahan yang dibutuhkan yaitu tanaman tomat.

3.4.5 Uji Struktur Tanah Pertama

Uji struktur tanah pertama ini menggunakan sampel tanah utuh dari sampel tanah sebelum diberi perlakuan atau sebelum penyemprotan pestisida. Penentuan struktur tanah dengan cara menggali sebongkah tanah menggunakan alat bor tanah dari suatu bagian horizon atau lapisan tanah yang belum diaplikasikan pestisida kemudian menjatuhkan bongkahan dari ketinggian 30 cm, sehingga bongkahan tanah tersebut akan hancur secara alami. Gumpalan tanah yang hancur tersebut akan menjadi agregat atau gabungan agregat dan kemudian dilakukan penentuan menurut penggolongan bentuk agregat, kelas ukuran, dan derajat struktur tanah. Penggolongan bentuk agregat tanah berdasarkan Tabel 2.3, untuk kelas ukuran

struktur tanah berdasarkan Tabel 2.4, sedangkan penggolongan derajat struktur berdasarkan Tabel 2.5.

3.4.6 Pembuatan Pestisida Nabati

a. Penentuan Komposisi Pestisida Nabati

Sebelum pembuatan pestisida dilakukan penentuan komposisi yang akan digunakan. Berdasarkan penelitian Salbiah dkk., (2021) menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya komposisi 80 g per 1 liter air mampu memberikan hasil yang maksimal dan efektif dalam pengendalian hama kutu kebul pada tanaman tomat, sehingga komposisi 80 g digunakan sebagai acuan komposisi. Berdasarkan hal tersebut maka komposisi yang digunakan terdiri dari P1 dengan komposisi 70 g daun pepaya + 30 g daun sirih, P2 dengan komposisi 80 g daun pepaya + 20 g daun sirih, dan P3 dengan komposisi 90 g daun pepaya + 10 g daun sirih.

b. Penyediaan Bahan

Pembuatan ekstrak pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih dilakukan secara terpisah. Bahan yang dibutuhkan yaitu daun pepaya sebanyak 240 gram dan daun sirih sebanyak 60 gram yang didapatkan di lingkungan sekitar Desa Sanenrejo.

c. Pencucian dan pengecilan bahan

Daun pepaya dan daun sirih yang telah disiapkan kemudian dicuci dengan air sampai bersih kemudian ditiriskan dan dikering anginkan selama 30 menit. Daun pepaya dan daun sirih sebelum diblender terlebih dahulu diiris atau dipotong kecil-kecil menggunakan pisau untuk memudahkan dalam penghalusan bahan.

d. Penghalusan

Daun pepaya dan daun sirih sebelum diblender masing-masing ditimbang berdasarkan berat komposisi yang digunakan pada perlakuan. Setelah itu dilakukan penghalusan pada masing-masing perlakuan dengan menambahkan air sebagai pelarut sehingga P1 (komposisi 70 g daun pepaya + 30 g daun sirih) diblender dengan 1 liter air, P2 (komposisi 80 g daun pepaya + 20 g daun sirih) diblender dengan air 1 liter, dan P3 (komposisi 90 g daun pepaya + 10 g daun sirih) diblender dengan 1 liter air. Setelah dilakukan penghalusan dilanjutkan

dengan penyaringan menggunakan kain saring untuk memisahkan antara endapan dengan ekstrak yang akan digunakan.

3.4.7 Pengujian Senyawa Aktif Pestisida Nabati

Pengujian kandungan senyawa aktif pestisida nabati dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa aktif dari masing-masing komposisi pada perlakuan yang digunakan. Pengujian kandungan ini dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Jember. Metode pengujian kandungan senyawa aktif yang digunakan adalah metode fotometri. Adapun kandungan senyawa aktif yang diujikan adalah uji total fenolik, uji flavonoid, dan uji tanin.

3.4.8 Pengaplikasian Pestisida Nabati

Pengaplikasian pestisida nabati dilakukan dengan menyemprotkan langsung pada tanaman tomat setiap 5 hari sekali pada sore hari. Penyemprotan 5 hari sekali ini dilakukan karena dalam penelitian Kholidi (2016), bahwa hasil perlakuan interval penyemprotan pestisida nabati dengan respon paling baik dalam menurunkan intensitas kerusakan daun akibat hama adalah interval penyemprotan 5 hari sekali. Pemberian pestisida kimia juga dilakukan pada tanaman tomat lain yang tidak termasuk pada perlakuan yakni hanya 2 tanaman tomat.

3.4.9 Pengamatan Serangan Hama Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat

Pengamatan serangan hama bertujuan untuk mengetahui kerusakan daun tomat yang disebabkan oleh hama kutu kebul. Parameter yang diukur adalah serangan hama dengan menghitung jumlah daun yang rusak akibat terserang hama dan menghitung keseluruhan daun tanaman tomat yang diaplikasikan pestisida nabati. Daun rusak dicirikan dengan daun yang terinfeksi penyakit kuning yang ditularkan oleh hama kutu kebul. Pengamatan serangan hama ini dilakukan 5 hari sekali sebelum penyemprotan pestisida nabati. Menurut Sumartayasa dkk (2021), persentase serangan hama pada daun dapat dihitung dengan persamaan 3.1 berikut.

$$P = \frac{x}{y} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

P = Persentase Serangan Hama (%)

x = Jumlah daun tanaman yang diserang hama

y = Jumlah keseluruhan daun tanaman

3.4.10 Perhitungan Keragaman (ANOVA)

Data hasil pengamatan serangan hama yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan keragaman ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui perbedaan atau varian dari suatu variabel.

3.4.11 Uji Struktur Tanah Kedua

Uji struktur tanah kedua ini menggunakan tanah dari sampel tanah yang telah diberi perlakuan atau setelah penyemprotan pestisida nabati dan pestisida kimia. Pengambilan sampel tanah dilakukan seperti pada pengamatan uji struktur tanah pertama. Penggolongan bentuk agregat tanah berdasarkan Tabel 2.3, ukuran struktur tanah berdasarkan Tabel 2.4, sedangkan penggolongan derajat struktur berdasarkan Tabel 2.5.

3.5 Analisis Data

Analisis data diperoleh dari pengamatan serangan hama kutu kebul terhadap tanaman tomat. Analisis data diolah dengan metode pengujian statistik yaitu dengan menggunakan *Analisis of Varians* (ANOVA) satu arah. Hasil uji ANOVA yang berbeda nyata dianalisis dengan melakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Hipotesis yang digunakan pada analisis varian yakni sebagai berikut.

H_0 : Perlakuan pemberian pestisida nabati menggunakan daun pepaya dan daun sirih tidak berbeda nyata untuk mengendalikan serangan hama kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo

H_1 : Perlakuan pemberian pestisida nabati menggunakan daun pepaya dan daun sirih berbeda nyata untuk mengendalikan serangan hama kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo

Kriteria pengujian jika $F_{hitung} > F_{Tabel} (0,05)$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, jika $F_{hitung} < F_{Tabel} (0,05)$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Senyawa Aktif dari Komposisi Pestisida Nabati

Kandungan senyawa aktif flavonoid, tanin, dan fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai racun pada hama dan berpotensi untuk dijadikan pestisida nabati. Senyawa fenol adalah senyawa yang mempunyai kandungan gugus hidroksil (-OH) dan langsung terikat pada gugus cincin hidrokarbon aromatik. Senyawa aktif fenolik atau yang disebut juga polifenol adalah hasil dari metabolisme sekunder tanaman. Senyawa fenol yang mempunyai gugus hidroksil (-OH) melebihi satu disebut polifenol, sedangkan senyawa fenol yang hanya memiliki satu gugus hidroksil (-OH) disebut fenolik (Baihakki dkk., 2011). Senyawa polifenol terbagi dua golongan yakni flavonoid (terdiri dari flavanon, flavon, isoflavon antosianidin, kalkon, dan flavanol) dan tanin (terdiri dari isokatekin atau katekin dan polimer asam fenolat). Golongan polifenol seperti flavonoid dan tanin memiliki sifat bakterisidal yang berarti zat yang dapat mematikan bakteri, menahan bakteri berkembangbiak, tetapi tidak menghancurkan spora (Pratiwi, 2006 dalam Yuniharni dkk., 2021). Hasil uji kandungan senyawa aktif pada masing-masing perlakuan menggunakan metode fotometri dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

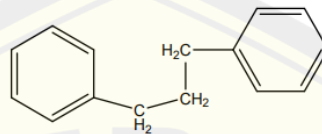
Tabel 4.1 Hasil uji kandungan pestisida nabati

No	Kode Sampel	Parameter	Hasil	Satuan	Metode
1	P1 (70 g daun pepaya + 30 g daun sirih)	Flavonoid	0,0146	mg QE/g	Fotometri
		Tanin	0,0072	mg GAE/g	
		Total Fenolik	0,0084	mg GAE/g	
2	P2 (80 g daun pepaya + 20 g daun sirih)	Flavonoid	0,0118	mg QE/g	
		Tanin	0,0058	mg GAE/g	
		Total Fenolik	0,0072	mg GAE/g	
3	P3 (90 g daun pepaya + 10 g daun sirih)	Flavonoid	0,0121	mg QE/g	
		Tanin	0,0054	mg GAE/g	
		Total Fenolik	0,0076	mg GAE/g	

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih pada masing-masing perlakuan mengandung senyawa aktif flavonoid, tanin, dan fenolik. Daun pepaya dan daun sirih termasuk salah satu tanaman yang mempunyai kandungan senyawa aktif atau metabolit sekunder yang mampu mengendalikan hama penghisap (Winarto, 2007 dalam Kartika dkk., 2013). Senyawa aktif yang terdapat pada pestisida nabati dapat berperan sebagai penolak (*repellent*), sebagai *antifeedant* (tidak menyukai tanaman), sebagai pemikat (*attractant*), sebagai racun yang menyerang syaraf, sebagai penghalang hormon pada serangga, sebagai penangkal serangga dalam menempatkan telur, dan sebagai pengganggu proses penetasan telur (Thamrin dkk, 2007 dalam Azhari dan Sudirman, 2022). Analisis kandungan flavonoid dilakukan dengan mengukur total flavonoid yang terkandung di dalam sampel. Standar kuersetin merupakan standar yang digunakan sebagai penetapan kandungan flavonoid dikarenakan kuersetin termasuk golongan flavonol yang mempunyai gugus keto pada atom C-4 serta gugus hidroksil pada atom C-3 dan C-5. Kandungan flavonoid dinyatakan dalam ekuivalen kuersetin (QE), yang setara dengan jumlah kuersetin per 1 gram sampel (Hidayah dan Anggarani, 2022). Sedangkan analisis kandungan tanin dan fenolik dilakukan dengan menghitung senyawa tanin dan fenolik yang terdapat dalam suatu bahan atau sampel. Asam galat digunakan karena asam galat adalah senyawa asam fenolik sederhana dengan turunan asam hidroksibenzoat. Suatu tanaman yang terdapat kandungan tanin dan fenolik dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat atau GAE (*galic acid equivalent*) yang merupakan total kesetaraan mg asam galat dalam 1 g sampel (Mukhriani dkk., 2019).

Flavonoid adalah kelompok besar polifenol yang dihasilkan oleh tumbuhan dan termasuk salah satu golongan metabolit sekunder (Zuraida dkk., 2017). Menurut Parwata (2016) menjelaskan bahwa senyawa aktif flavonoid merupakan golongan dari senyawa fenol paling besar pada tanaman dan memiliki susunan 15 atom karbon sebagai dasar. Susunan konfigurasi flavonoid adalah C₆-C₃-C₆ dengan 2 cincin aromatik yang terhubung oleh tiga atom karbon yang mampu atau tidak mampu dalam terbentuknya cincin ketiga. Dua cincin benzena (C₆) yang terikat oleh rantai propana (C₃). Fungsi fisiologis senyawa aktif

flavonoid dikelompokkan menjadi tiga. Pertama, peran antosianin dapat menjadi pigmen warna pada flavonoid. Kedua, peran flavonol dan flavon menjadi alat yang melindungi dari radiasi UV berlebihan serta berperan menjadi sinyal biologis. Ketiga, peran isoflavon menjadi alat pertahanan bagi tanaman (Pambudi dkk., 2015). Struktur dasar dari senyawa aktif flavonoid dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.

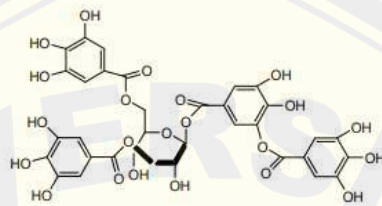


Gambar 4.1 Struktur Dasar Senyawa Flavonoid (Noer dkk., 2018)

Flavonoid memiliki sifat khas yakni bau tajam, memiliki rasa pahit, dan mudah terurai pada suhu yang tinggi (Kalam, 2018). Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa kandungan flavonoid merupakan senyawa aktif terbesar yang terdapat pada perlakuan P1, P2, dan P3. Pada perlakuan P1 menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi yakni sebesar 0,0146 mg QE/g, perlakuan P2 menghasilkan kandungan flavonoid sebesar 0,0118 mg QE/g, sedangkan untuk perlakuan P3 menghasilkan kandungan flavonoid sebesar 0,0121 mg QE/g. Senyawa aktif flavonoid yang memiliki ciri bau yang tajam dan rasa yang pahit mampu menahan serangga untuk makan sehingga akan lapar dan akhirnya mengalami kematian. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Astuti (2013) bahwa flavonoid adalah senyawa yang juga memiliki sifat penghambat makan serangga dan sebagai pengatur antimikroba serta antivirus. Selain itu, flavonoid berfungsi sebagai zat racun yang mengganggu proses penyerapan air dan sebagai racun yang dapat mematikan serangga.

Tanin adalah kandungan pada tanaman yang menghasilkan senyawa makro molekul serta salah satu golongan polifenol yang mempunyai rasa pahit serta mampu menahan atau menyusutkan protein (Siamtuti dkk., 2017). Struktur kimia senyawa aktif tanin yaitu benzena (C_6) yang terikat pada gugus hidroksil ($-OH$). Menurut Nofita dan Dewangga, (2021) menjelaskan bahwa senyawa aktif tanin adalah campuran senyawa polifenol kompleks yang disusun oleh unsur C, H, dan O serta terbentuknya molekul besar bersama berat molekul yang lebih

besar. Tanin bersifat fungistatik dan bakterostatik. Senyawa aktif tanin memiliki proses kerja yang diawali aktifnya sistem lisis sel sebab enzim proteolitik yang aktif pada sel tubuh serangga yang terkena senyawa aktif tanin. Senyawa tanin mampu menghambat adanya pembentukan protein kompleks yang sedikit tidak dicerna oleh serangga atau mampu mengurangi serangga dalam mencerna makanannya. Struktur dasar dari senyawa aktif tanin dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.

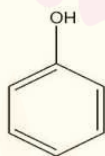


Gambar 4.2 Struktur Dasar Senyawa Tanin (Noer dkk., 2018)

Tanin memiliki ciri khas rasa yang pahit sehingga hewan akan menghindari tanaman atau berperan sebagai penolak hewan pemakan tumbuhan. Hasil uji kandungan pada Tabel 4.1, kandungan tanin pada perlakuan P1 menunjukkan kandungan paling tinggi yakni sebesar 0,0072 mg GAE/g, sedangkan perlakuan P2 mengandung tanin sebesar 0,0058 mg GAE/g, serta perlakuan P3 memiliki kandungan tanin terendah yakni 0,0054 mg GAE/g. Kandungan senyawa tanin yang terdapat pada pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih memiliki rasa pahit yang berfungsi sebagai penolak pemakan tumbuhan dan dapat mempengaruhi atau mengganggu proses pencernaan serangga. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Koneri dan Pontororing (2016) yang menjelaskan bahwa kandungan senyawa metabolit tanin pada umumnya terdapat pada tanaman berkayu dan herbal yang dapat berfungsi sebagai bentuk pertahanan dari serangga dan menurunkan kemampuan serangga dalam proses mencerna makanannya.

Fenolik adalah kelompok fitokimia terbesar dan menyumbang sebagian besar aktivitas antioksidan pada tanaman atau produk tanaman (Sulaiman dkk., 2013). Struktur senyawa aktif fenolik mencakup total senyawa yang mempunyai cincin aromatik satu atau melebihi satu gugus hidroksil serta mampu bermacam-macam molekul yang sederhana sampai polimer yang kompleks. Menurut

Pallawagau dkk. (2019) menjelaskan bahwa senyawa aktif fenol terdapat kandungan gugus hidroksil (-OH) dengan langsung mengikat pada gugus cincin hidrokarbon aromatik. Jumlah gugus hidroksil pada cincin benzena menyebabkan terjadinya aktivitas senyawa aktif fenol. Senyawa aktif fenolik memiliki sifat antibakteri dan antifungi sehingga senyawa aktif fenolik termasuk senyawa metabolit sekunder yang dimiliki tanaman. Senyawa fenolik (C_6H_5OH) merupakan golongan fitokimia terbesar pada tumbuhan dengan kemampuan meregenerasi oksigen aktif. Fenolik juga berperan sebagai antibakteri yang bersifat bakterisidal dengan cara fenol mengganti permeabilitas membran sitoplasma yang mengakibatkan kebocoran nutrisi dari dalam sel sehingga sel bakteri akan mati (Putri, 2022). Struktur dasar dari senyawa aktif fenolik dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Struktur Dasar Senyawa Fenolik (Fitria, 2018)

Fenolik memiliki ciri khas yakni rasa yang pahit dan sepat. Menurut Sriyadi (2012) menyatakan bahwa fenolik termasuk golongan senyawa aktif yang memiliki rasa pahit dan sepat serta mudah larut. Hasil uji yang telah dilakukan berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa perlakuan P1 mengandung senyawa total fenolik sebesar 0,0084 mg GAE/g, perlakuan P2 menghasilkan kandungan total fenolik sebesar 0,0072 mg GAE/g, sedangkan perlakuan P3 mengandung senyawa total fenolik sebesar 0,0076 mg GAE/g. Kandungan senyawa total fenolik pada pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih berpotensi dapat dijadikan pestisida karena memiliki rasa sepat. Senyawa aktif fenolik berperan sebagai insektisida dan fungisida yang bersifat sebagai antifeedant (penyebab hewan tidak menyukai tanaman) (Mulyanti dkk., 2022).

4.2 Serangan Hama Kutu Kebul Pada Tanaman Tomat Setelah Penggunaan Pestisida Nabati

4.2.1 Hasil Pengamatan Serangan Hama Kutu Kebul

Perhitungan serangan hama ini bertujuan untuk mengetahui kerusakan daun tomat yang disebabkan oleh hama kutu kebul. Rata-rata hasil pengamatan serangan kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Data Hasil Rata-rata Serangan Hama (%)

Perlakuan	Pengamatan Ke -								Total	Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8		
P0	56,00	40,83	34,40	31,72	30,82	31,28	31,66	32,23	288,93	36,12
P1	11,07	10,64	10,86	10,46	10,39	10,35	10,65	10,44	84,84	10,61
P2	30,10	20,53	19,12	17,63	20,71	20,99	22,65	24,32	176,04	22,01
P3	48,00	34,67	28,79	25,00	24,29	24,57	25,73	25,18	236,22	29,53
Total	145,17	106,66	93,16	84,80	86,20	87,18	90,68	92,17	786,04	

Hasil rata-rata serangan hama kutu kebul yang terdapat pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan P1 (komposisi 70 g daun pepaya + 30 g daun sirih) menghasilkan rata-rata dalam mengendalikan serangan hama kutu sebesar 10,61%. Sementara perlakuan P0 (tanpa pestisida atau kontrol) menghasilkan rata-rata serangan hama sebesar 36,12%. Sedangkan untuk perlakuan P2 (komposisi 80 g daun pepaya + 20 g daun sirih) menyebabkan serangan hama sebesar 22,01% dan perlakuan P3 (komposisi 90 g daun pepaya + 10 g daun sirih) mengakibatkan rata-rata serangan hama sebesar 29,53%. Komposisi bahan akan mempengaruhi konsentrasi kandungan senyawa aktif pada pestisida nabati. Hal tersebut didukung pernyataan Dewi (2010) dalam Listianti dkk., (2019) bahwa daya kerja racun pada pestisida dipengaruhi oleh tinggi rendahnya konsentrasi yang digunakan.

Kemampuan pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih dalam mengendalikan serangan hama kutu kebul pada perlakuan P1, P2, dan P3 menunjukkan hasil yang lebih rendah dibanding dengan perlakuan P0 (kontrol). Hal tersebut dikarenakan perlakuan P0 tidak mengandung bahan senyawa metabolit sekunder atau senyawa aktif dari daun pepaya dan daun sirih sehingga

mengalami kerusakan daun paling tinggi yang diakibatkan oleh serangan hama kutu kebul. Sedangkan tingginya kemampuan pestisida nabati dalam mengendalikan serangan hama kutu kebul pada perlakuan P1, P2, dan P3 dipengaruhi oleh kandungan senyawa aktif pada daun pepaya dan daun sirih seperti flavonoid, tanin, dan fenolik. Hal tersebut diperjelas dengan pernyataan Aziz dkk., (2016) bahwa daun pepaya dan daun sirih terdapat kandungan senyawa aktif untuk melindungi tanaman dari hama dan serangga. Kandungan senyawa aktif tersebut terdiri dari fenolik, tanin dan flavonoid yang mampu melindungi tanaman dari hama maupun penyakit.

Pada daun pepaya mengandung kandungan senyawa aktif flavonoid, tanin, dan fenolik yang juga terdapat pada daun sirih. Senyawa aktif tersebut dapat berperan sebagai pengganggu pencernaan kutu kebul dan penghambat nafsu makan yang mengakibatkan hama kutu kebul menjadi kelaparan. Hasil penelitian Salbiah dkk., (2021) juga menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya mampu memberikan hasil yang maksimal dan efektif dalam mengendalikan imago kutu kebul. Cara kerja senyawa aktif yang dimiliki daun pepaya dan daun sirih dengan cara menahan rangsangan rasa pada bagian mulut serangga yang mengakibatkan serangga sulit mendapatkan rangsangan perasa dan membuat serangga sulit mengenali makanannya sendiri. Selain itu, kandungan senyawa aktif tersebut bekerja sebagai racun perut yang mengakibatkan alat pencernaan serangga terganggu (Amalo dkk., 2020).

4.2.2 Analisis Perhitungan Keragaman ANOVA

Hasil pengamatan yang telah diperoleh dilanjutkan dengan menganalisis *Analisis Of Variance* (ANOVA) satu arah. Hasil analisis keragaman ANOVA serangan hama kutu kebul sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Analisis Keragaman ANOVA

sk	db	JK	KT	F hitung	Ket	F Tabel 5%
Perlakuan	3	1392,20	464,07	15,74	**	2,95
Galat	28	825,47	29,48			
Total	31	2217,67				

Keterangan : Berbeda nyata (*), Berbeda sangat nyata (**), Berbeda tidak nyata (tn)

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh F Hitung perlakuan sebesar 15,74 lebih besar dari F Tabel yakni 2,95 dengan taraf 5% sehingga hipotesis H1 diterima dan H0 ditolak. Hal tersebut menunjukkan bahwa dari perlakuan pemberian pestisida nabati menggunakan daun pepaya dan daun sirih berbeda sangat nyata sehingga memberikan hasil yang signifikan dalam mengendalikan serangan hama kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo. Pengaplikasian pestisida nabati pada umumnya tidak langsung mematikan atau membasmi keseluruhan hama jika dibandingkan dengan pengaplikasian pestisida kimia. Hal tersebut dikarenakan pestisida nabati berperan sebagai penolak (*repellent*), sebagai *antifeedant* (tidak menyukai tanaman), sebagai pemikat (*attractant*), sebagai senyawa toksik syaraf, sebagai penghambat serangga dalam proses hormon tubuhnya, sebagai penangkal serangga menempatkan telur pada tanaman, dan sebagai pengganggu sistem telur menetas (Thamrin dkk, 2007 dalam Azhari dan Sudirman, 2022). Data analisis ANOVA menunjukkan hasil yang berpengaruh sangat nyata atau berbeda sangat nyata pada perlakuan, maka perlu dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

4.2.3 Uji Lanjut *Duncan's Multiple Range Test* 5%

Uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% digunakan untuk mengetahui beda nyata rata-rata antar perlakuan. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Serangan Hama

Perlakuan	Rata-rata Serangan Hama (%)
P0 (Tanpa Pestisida Nabati)	36,12c
P1 (70 g daun pepaya + 30 g daun sirih)	10,61a
P2 (80 g daun pepaya + 20 g daun sirih)	22,01b
P3 (90 g daun pepaya + 10 g daun sirih)	29,53bc

Keterangan : Angka yang diikuti dengan notasi yang sama, menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil uji lanjut DMRT taraf 5%, diketahui bahwa perlakuan P1 (komposisi 70 g daun pepaya + 30 g daun sirih) berbeda nyata dengan perlakuan P0, P2, dan P3 dengan hasil rata-rata serangan sebesar 10,61%.

Sementara perlakuan P0 (Tanpa pestisida nabati) berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P2 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 serta perlakuan P0 menghasilkan rata-rata serangan hama tertinggi sebesar 36,12%. Sedangkan untuk perlakuan P2 (komposisi 80 g daun pepaya + 20 g daun sirih) menyebabkan serangan hama sebesar 22,01% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 (komposisi 90 g daun pepaya + 10 g daun sirih) yang mengakibatkan rata-rata serangan hama sebesar 29,53%. Berdasarkan hal tersebut, perlakuan P1 menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan P0, P1, dan P2 serta menghasilkan rata-rata serangan hama kutu kebul paling rendah yakni sebesar 10,61%.

Serangan hama yang rendah pada perlakuan P1 dibanding dengan perlakuan P2 dan P3 disebabkan karena adanya kombinasi dengan komposisi konsentrasi daun sirih yang lebih tinggi yakni menggunakan 30 g daun sirih. Hal ini berkaitan dengan komposisi yang digunakan dimana semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula senyawa aktif sebagai daya racun untuk mengendalikan hama. Hal tersebut dipertegas oleh Batubara dkk., (2021) yang menyatakan bahwa meningkatnya konsentrasi yang digunakan maka daya kerja racun didalamnya akan semakin meningkat juga. Sedangkan untuk komposisi 70 g daun pepaya pada perlakuan P1 adalah komposisi daun pepaya paling rendah yang menyebabkan perbandingan komposisi pada perlakuan P1 menunjukkan interaksi yang saling seimbang sehingga didapat hasil yang optimal. Menurut pernyataan Amalo dkk., (2020) yang menyatakan bahwa perlakuan kombinasi daun sirih dan daun pepaya pada tiap perlakuan akan memberikan hasil yang saling bersinergis (saling mendukung) jika konsentrasi daun pepaya yang digunakan rendah, namun jika konsentrasi daun pepaya tinggi akan memberikan hasil yang saling berlawanan (bersifat antagonis). Oleh karena itu, komposisi pada perlakuan P1 dapat dikatakan lebih efektif dibanding perlakuan lain dalam pengendalian serangan hama kutu kebul pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo karena telah mampu mengurangi terjadinya serangan hama kutu kebul sebesar 10,61% menggunakan kombinasi komposisi 70 g daun pepaya dengan 30 g daun sirih.

Senyawa aktif flavonoid mempunyai bau tajam dan rasa yang pahit mampu menghambat makan dari kutu kebul sehingga sulit untuk makan, kelaparan dan akhirnya mati. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Astuti (2013) bahwa flavonoid adalah senyawa yang juga memiliki sifat penghambat makan. Kandungan senyawa tanin yang terdapat pada pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih memiliki rasa pahit yang berfungsi sebagai penolak pemakan tumbuhan dan mengganggu proses pencernaan serangga. Menurut Koneri dan Pontororing (2016) menyatakan bahwa kandungan senyawa metabolit tanin berfungsi sebagai bentuk pertahanan dari serangga dan menurunkan proses pencernaan. Sedangkan senyawa aktif fenolik pada pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih berpotensi dapat dijadikan pestisida karena memiliki rasa sepat sehingga kutu kebul tidak menyukai tanaman. Senyawa aktif fenolik berperan sebagai insektisida dan fungisida yang bersifat sebagai antifeedant atau penyebab hewan tidak menyukai tanaman (Mulyanti dkk., 2022).

4.3 Pengaruh Pestisida Nabati Terhadap Struktur Tanah

4.3.1 Hasil Uji Struktur Tanah

Struktur tanah termasuk salah satu penentu utama kesuburan tanah dan produktivitas pertanian sehingga sangat penting secara ekologis (Nesic dkk., 2014). Analisis struktur tanah meliputi pengamatan bentuk agregat, kelas ukuran, dan derajat struktur tanah. Pengamatan tanah dilakukan menggunakan sampel tanah yang sebelum diaplikasikan pestisida dan tanah setelah diaplikasikan pestisida. Hasil pengamatan bentuk agregat, ukuran kelas, dan derajat struktur tanah dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Uji Struktur Tanah Pestisida Nabati

Pestisida	Keterangan	Sampel	Horizontal (cm)	Vertikal (cm)	Bentuk Agregat	Kelas Ukuran	Derajat Struktur
Pestisida Nabati	Sebelum	1	4	2,8	Lempeng	sangat kasar (vc)	Moderat
		2	3,5	1,7	Lempeng	sangat kasar (vc)	Moderat
	Sesudah	1	4,1	3,2	Lempeng	sangat kasar (vc)	Moderat
		2	2,5	3,2	Tiang	medium (m)	Moderat

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Uji Struktur Tanah Pestisida Kimia

Pestisida	Keterangan	Sampel	Horizontal (cm)	Vertikal (cm)	Bentuk Agregat	Kelas Ukuran	Derajat Struktur
Pestisida Kimia	Sebelum	1	2,5	2,6	Prisma	medium (m)	Moderat
		2	2,1	1,8	Lempeng	sangat kasar (vc)	Moderat
	Sesudah	1	4,6	3,7	Lempeng	sangat kasar (vc)	<i>Strong</i>
		2	4,9	2,4	Lempeng	sangat kasar (vc)	<i>Strong</i>

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 diperoleh hasil uji sampel struktur tanah dengan beberapa kriteria derajat struktur atau kemantapan tanah seperti moderat (sedang) dengan simbol 2 dan *strong* (kuat) dengan simbol 3. Kondisi tanah setelah pengaplikasian pestisida nabati memiliki derajat struktur moderat yang menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki bentuk satuan struktur jelas dan kemantapan cukup terhadap tekanan. Sedangkan kondisi tanah setelah diaplikasikan pestisida kimia memiliki derajat struktur kuat yang menunjukkan bahwa tanah tersebut mempunyai satuan struktur yang cukup jelas dan kemantapan yang cukup kuat terhadap tekanan namun dapat menghambat pertumbuhan akar tanaman karena akar akan sulit untuk masuk ke dalam tanah, sehingga terganggunya serapan unsur hara. Menurut Fiantis (2017) kemantapan struktur tanah sedang atau moderat tidak mudah hancur saat pengambilan pada profil tanah. Sementara kemantapan struktur tanah yang kuat (*strong*) jika diambil dari profil tanah tidak akan mudah rusak dan tetap tidak mudah pecah (hancur) meskipun digerak-gerakkan.

Pembentukan struktur tanah dipengaruhi proses yang bergantung pada ukuran horizontal dan vertikal tanah. Menurut pernyataan Sukmawijaya dan Sartohadi (2019) menyatakan bahwa variasi kualitas struktur tanah baik secara vertikal maupun horizontal disebabkan karena adanya karakteristik pada struktur tanah. Kondisi tanah setelah diaplikasikan pestisida kimia membentuk agregat lempeng atau plat. Menurut Hasan dan Pahlevi (2017), ciri struktur tanah berbentuk blok, *blockly*, plat atau masif umumnya membentuk gumpalan tanah yang lebih besar serta memiliki air yang banyak pada pori-pori halus (mikro) sehingga menyebabkan penataan udara didalam tanah menjadi buruk. Pori mikro sendiri berperan dalam penyimpanan air sedangkan pori makro berperan sebagai tempat jalannya air dan udara. Sementara itu, tanah setelah diaplikasikan pestisida nabati menunjukkan hasil struktur tanah tiang atau *columnar* yang dicirikan dengan ujung atau bagian atas berbentuk bulat dan sifat tanahnya yang mudah menyerap air. Didukung oleh Nurhuda dkk. (2021) yang menyatakan bahwa struktur tanah yang bagus adalah tanah berbentuk bulat sehingga sulit untuk saling berikatan satu sama lain secara rapat dan tidak menyulitkan penetrasi akar

tanaman serta proses penyerapan larutan tanah. Berdasarkan hal tersebut, ukuran dan jumlah rongga antar partikel didalam tanah sangat ditentukan oleh struktur tanah karena mempengaruhi mobilitas atau gerak dari air, akar tanaman, udara, dan organisme yang ada didalam tanah.

4.3.2 Pengaruh Bahan Organik Pestisida Nabati Terhadap Struktur Tanah

Bahan organik dalam tanah berperan penting terhadap kesuburan sifat fisik tanah. Bahan organik adalah bagian dari tanaman atau hewan yang jatuh atau terdapat di atas tanah dan masuk ke dalam tanah yang kemudian akan mengalami dekomposisi. Bahan organik yang ada di tanah mengalami dekomposisi tanah dan akan menghasilkan humus. Humus terbagi menjadi asam humat, asam humin, dan asam fulvat. Asam humat dan asam fulvat terdapat kandungan gugus fungsional seperti polifenol, keton, karboksil, metoksil, dan quinon (Saptiningsih dan Haryanti, 2015). Asam humus (Humid Acid) atau asam humat merupakan bahan makromolekul yang mempunyai gugus fungsional yakni $-OH$ fenolat, $-COOH$, maupun $-OH$ alkoholat, lalu asam humat memiliki kesempatan untuk saling terikat dengan ion logam yang mampu mengalami terlepasnya proton pada pH yang relatif tinggi (Proklamasingih dkk., 2019). Asam humus terbentuk dari molekul-molekul organik dengan struktur molekul yang sangat kompleks seperti gugus fenol, gugus aromatik, gugus karbonil, dan alkohol.

Bahan organik termasuk faktor yang mempengaruhi pembentukan struktur tanah. Perbedaan bentuk agregat struktur tanah juga dipengaruhi oleh bahan organik yang berbeda dan karena adanya penyatuan antara butiran atau partikel-partikel tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhuda dkk., (2021) yang menyatakan bahwa struktur tanah menggambarkan susunan partikel tanah yang tergabung menjadi satu sama lain membentuk agregat dan hal tersebut terjadi karena terdapat bahan penyusun tanah (debu, pasir, liat) yang terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti liat dan bahan organik. Pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih yang diaplikasikan jatuh ke tanah sehingga tanah tersebut secara tidak langsung memiliki kandungan bahan organik. Salah satu bahan organik dari pestisida nabati adalah kandungan senyawa aktif polifenol. Senyawa polifenol terbagi dua golongan yakni flavonoid (terdiri dari flavanon, flavon,

isoflavon antosianidin, kalkon, dan flavanol) dan tanin (terdiri dari isokatekin atau katekin dan polimer asam fenolat) (Proklamasingih dkk., 2019). Polifenol juga termasuk komponen bahan dasar penyusun substansi humus dari bahan organik yang berperan dalam stabilisasi agregat tanah. Hal ini didukung oleh Saidy (2018) yang menyatakan bahwa peranan substansi humus berfungsi sebagai pembentuk struktur tanah, porositas, kapasitas menahan air, pertukaran kation dan anion didalam tanah. Pembentukan substansi humus ini pada dasarnya adalah reaksi biotik dan abiotik kompleks di mana senyawa-senyawa organik seperti senyawa polifenol kembali membentuk polimer yang sangat kompleks.

Bahan organik memiliki fungsi untuk membantu pembentukan tanah, memperbaiki derajat struktur (kemantapan tanah) dan meningkatkan daya serap air tanah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Saidy (2018) yang menjelaskan bahwa pemberian bahan organik yang masuk ke dalam tanah dapat menambah kemampuan tanah untuk mengikat air dan mampu meningkatkan kemantapan pada agregat tanah. Selain itu, bahan organik pada tanah juga berfungsi sebagai bahan perekat antar partikel hingga menjadi agregat utuh dan akhirnya membentuk struktur tanah. Hal ini didukung oleh penjelasan Amanah dan Taufiq, (2021) bahwa peranan bahan organik ini menjadikan struktur tanah tidak mudah hancur atau pecah (rusak) karena tekanan yang diakibatkan oleh tetesan air hujan, genangan air, dan perlakuan mekanik lainnya pada tanah. Berdasarkan hal tersebut, perbaikan sifat fisik struktur tanah dari bahan organik menghasilkan distribusi dan penetrasi pertumbuhan akar yang lebih besar, sehingga terjadi peningkatan penyerapan nutrisi, unsur hara, dan air yang lebih baik serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pestisida nabati dari daun pepaya dan daun sirih yang telah diuji mengandung senyawa aktif flavonoid, tanin, dan fenolik. Pengaruh flavonoid, tanin, dan fenolik terhadap hama kutu kebul adalah mengganggu proses pencernaan dan menghambat makan dari hama kutu kebul terhadap tanaman.
2. Perlakuan pemberian pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap serangan hama kutu kebul di Desa Sanenrejo. Pengendalian hama kutu kebul yang paling efektif pada tanaman tomat di Desa Sanenrejo adalah dengan menggunakan komposisi 70 g daun pepaya + 30 g daun sirih yang menghasilkan rata-rata serangan hama kutu kebul terendah yakni 10,61%.
3. Pengaruh penggunaan pestisida nabati terhadap struktur tanah di Desa Sanenrejo yakni mampu memperbaiki struktur tanah dengan membentuk agregat tiang dan kelas ukuran medium (m) serta derajat struktur moderat. Selain itu, kandungan bahan organik yang ada di dalam tanah seperti senyawa polifenol dari pestisida nabati daun pepaya dan daun sirih dapat berperan dalam stabilisasi agregat sehingga memperbaiki sifat fisik struktur tanah.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperlukan penelitian lanjutan dengan membuat pestisida nabati dari bahan tanaman lainnya yang memiliki kandungan senyawa aktif dan menggunakan kombinasi komposisi yang berbeda untuk mengendalikan hama kutu kebul. Selain itu, diperlukan penambahan analisis struktur tanah pada semua tanaman yang telah diaplikasikan pestisida guna mengetahui pengaruh penggunaan pestisida nabati dan pestisida kimia pada stuktur tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agastya, I. M. I., R. P. D. Julianto, dan Marwoto. 2020. Review : Pengaruh Pemanasan Global Terhadap Intensitas Serangan Kutu Kebul (*Bemisia Tabaci Genn*) dan Cara Pengendaliannya Pada Tanaman Kedelai. *Buana Sains*. 20(1):99–110.
- Alengebawy, A., S. T. Abdelkhalek, S. R. Qureshi, dan Man-QunWang. 2021. Heavy Metals And Pesticides Toxicity In Agricultural Soil And Plants: Ecological Risks And Human Health Implications. *Toxics*. 9:42.
- Alfaizal, H. Fauzana, dan D. Salbiah. 2021. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida Dennst*) Terhadap Hama Keong Mas (*Pomacea Canaliculata L.*). *Dinamika Pertanian*. 37(1):9–16.
- Amalo, D., K. M. Nono, dan C. E. Mauboi. 2020. Kombinasi Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle Linn.*) Dan Pepaya (*Carica Papaya L.*) Sebagai Anti Rayap Kayu (*Cryptotermes Cyanocephalus*). *Jurnal Biotropikal Sains*. 17(1):86–94.
- Amanah, A. dan A. Taufiq. 2021. Respon Sifat Fisika Inceptisol Terhadap Pemberian Blontong dan Pupuk Kandang Sapi. *Ilmiah Media Agrosains*. 7(1):23–32.
- Astuti, R. B. 2013. Pengaruh Pemberian Pestisida Organik dari Daun Mindi (*Melia Azedarach L.*), Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*), dan Campuran Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*), dan Daun Mindi (*Melia Azedarach L.*) Terhadap Hama dan Penyakit Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum L.*). *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9):1689–1699.
- Avijit, B., T. Zerine, dan S. Rajia. 2020. Comparative Phytochemical and Antibacterial Properties Of Piper Betle Leave Extracts From Barguna And Moheshkhali, Bangladesh. *Iranian Journal of Medical Microbiology*. 14(2):125–132.
- Azhari, D. dan A. Sudirman. 2022. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*) Pada Mortalitas Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis Spp.*). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 10(2):97–104.
- Aziz, N. A., N. S. Abdullah, W. N. H. W. Hasmi, dan N. S. M. Juhari. 2016. Termiticidal Activities Of Carica Papaya and Piper Betle Methanolic and Aqueous Leaves Extracts Against Coptotermes Curvignathus. *J. Agric. & Environ. Sci.* 16(7):1383–1388.
- Baihakki, Feliatra, dan T. Wikanta. 2011. Extraction Of Polyphenol From Sargassum Sp. and Its Entrapment In The Nanochitosan. 67(1):12–21.

- Baskaran, C., V. R. bai, S. Velu, dan K. Kumaran. 2012. The Efficacy Of Carica Papaya Leaf Extract On Some Bacterial And A Fungal Strain By Well Diffusion Method. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2(SUPPL2)
- Batubara, R. N. S., Y. Mahmud, dan R. Elfianis. 2021. Uji Efektivitas Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa* L.) Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera Litura*) Secara In Vitro. *Dinamika Pertanian*. 37(1):23–28.
- Burhan, A. 2022. Pengaruh Pupuk Organik (Kandang Kambing) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill). 2(6):2639–2658.
- Diana, N. 2019. Perbandingan Kadar Flavonoid Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) Hasil Maserasi dan Perkolasi Berdasarkan Analisa Spektrofotometri Uv-Vis. *Repository Akademik Farmasi Putera Indonesia Malang*. 1–10.
- Fadlilah, A. L. N., W. H. Cahyati, dan R. Windraswara. 2017. Uji Daya Proteksi Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Dalam Sediaan Lotion dengan Basis Peg400 Sebagai Repellent Terhadap Aedes Aegypti. *Jurnal Care*. 5(3):393–402.
- Fiantis, D. 2017. Morfologi dan Klasifikasi Tanah. Buku.
- Fitria, M. W. 2018. Aplikasi Kejut Listrik Dan Temperatur Terhadap Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Pada Kedelai (*Glycine Max*). *Skripsi Universitas Brawijaya*. 7(2):107–115.
- Gangwar, R. K. dan C. Gangwar. 2018. Lifecycle, Distribution, Nature Of Damage and Economic Importance Of Whitefly, Bemisia Tabaci (Gennadius). *Acta Scientific Agriculture*. 2(4):36–39.
- Harahap, S., D. P. Yanti, dan S. Pardomuan. 2022. Sosialisasi Penerapan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Siri-Siri (*Piper Aduncum* L) Dalam Mengendalikan Penyakit Karat Daun (*Pucciniaarachidis*) Pada Kacang Tanah (*Arachishypogaea* L.) Di Losung Batu. *Jurnal Nauli*. 1(2):17–22.
- Hasan, H. dan R. S. Pahlevi. 2017. Zonasi Tingkat Erodibilitas Tanah Pada Area Reklamasi Tambang PT. Bharinto Ekatama Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Iv*. (November):92–99.
- Hidayah, L. A. dan M. A. Anggarani. 2022. Determination Of Total Phenolic, Total Flavonoid, and Antioxidant Activity Of India Onion Extract. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 11(2):123–135.
- Hidayat, P., R. Ludji, dan N. Maryana. 2020. Kemampuan Reproduksi Dan Riwayat Hidup Kutukebul Bemisia Tabaci (*Gennadius*) dengan dan Tanpa

- Kopulasi Pada Tanaman Cabai Merah dan Tomat. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 17(3):156.
- Kalam, I. A. 2018. Uji Potensi Knockdown Effect Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti* Dengan Menggunakan Metode Semprot. 1. *Energies*.
- Kartika, L., P. K. Atmodjo, dan L. M. E. Purwijantiningsih. 2013. Kecepatan Induksi Kalus dan Kandungan Eugenol Sirih Merah (*Piper Crocatum Ruiz And Pav.*) Yang Diperlakukan Menggunakan Variasi Jenis dan Konsentrasi Auksin. (2011):1–15.
- Kholidi, J. A. 2016. Efektivitas Interval Penyemprotan dan Konsentrasi Pestisida Nabati Paitan (*Thitonia Diversifolia*) Terhadap Intensitas Kerusakan dan Hasil Pada Tanaman Kailan (*Brassica Olerlancea* L.). *Thesis Universitas Muhammadiyah Jember*.
- Kiko, P. T., W. Taurina, dan M. Andrie. 2022. Karakterisasi Proses Pembuatan Simplisia Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) Sebagai Bahan Baku Sediaan Obat Penyembuh Luka. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*. 3(1):16–25.
- Koneri, R. dan H. Pontororing. 2016. Assay Of Mahagony (*Swietenia Macrophylla*) Seed Extract On Larvae Of *Aedes Aegyptias* Dengue Hemorrhagic Fever Vector. *The Indonesian Journal of Public Health*. 12(4):216–223.
- Kurniawan, A. T. Pertiwi, dan I. T. Lestari. 2021. Analisis Kadar Flavonoid Total Ekstrak Sirih Hijau (*Piper Betle* L.). *Journal of Islamic Pharmacy*. 5(1):80–85.
- Kusumarini, N., S. Sayifudin, F. Dwi Kautsar, dan S. Syekhfani. 2020. Peran Bahan Organik dalam Menurunkan Dampak Paparan Pestisida Terhadap Kesuburan Tanah dan Serapan Hara Tanaman Sawi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 7(1):127–133.
- Listianti, N. N., W. Winarno, dan I. Erdiansyah. 2019. Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Sebagai Insektisida Nabati Pengendali Walang Sangit (*Leptocorisa Acuta*) Pada Tanaman Padi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 3(1):81–85.
- Mardinata, Z. 2013. Mengolah Data Penelitian dengan Program Sas. Buku.
- Mawardiana, Karnilawati, dan W. Sari. 2022. Ekstrak Daun Pepaya Untuk Pengendalian Hama Ulat Daun Pada Kacang Tanah (*Arachis Hypogea* L.) Dengan Interval Waktu Aplikasi Berbeda. *Jurnal Real Riset ISSN*. 4:1–5.
- Mukhriani, R. Sugiarna, N. Farhan, M. Rusdi, dan M. I. Arsul. 2019. Kadar

Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis Vinifera* L). *Ad-Dawaa Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2(2):95–102.

Mulyanti, D. Yana, dan R. Salima. 2022. Uji Efektivitas Pestisida Nabati Terhadap Mortalitas Hama Keong Mas (*Pomacea Canaliculata*). *G-Tech :Jurnal Teknologi Terapan*. 6(2):100–109.

Narendra, A. A. G. A., T. A. Phabiola, dan K. A. Yuliadhi. 2017. Hubungan Antara Populasi Kutu Kebul (*Bemisia Tabaci*) (*Gennadius*) (*Hemiptera* : *Aleyrodidae*) Dengan Insiden Penyakit Kuning Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum* Mill.) Di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Bali. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 6(3):339–348.

Nasution, M. S. dan N. Fadillah. 2019. Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCBCR. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*. 3(2):147–150.

Nesic, L., M. Belic, L. Savin, V. Ciric, M. Stefanovic, dan M. Manojlovic. 2014. Effect Of Organic Production On Soil Structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 20(5):1168–1174.

Noer, S., R. D. Pratiwi, dan E. Gresinta. 2018. Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid Sebagai Kuersetin) Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta Angustifolia* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*. 2(2):64–68.

Nofita, D. dan R. Dewangga. 2021. Optimasi Perbandingan Pelarut Etanol Air Terhadap Kadar Tanin Pada Daun Matoa (*Pometia Pinnata* J.R & G. Forst) Secara Spektrofotometri. *Chimica et Natura Acta*. 9(3):102–106.

Novita, E., S. Wahyuningsih, dan I. Andriyani. 2018. Dasar-Dasar Teknik Pengendalian Dan Konservasi Lingkungan. Buku.

Nurhuda, M., M. Inti, E. Nurhidayat, D. J. Anggraini, N. Hidayat, A. M. Rokim, A. R. A. Rohmadan, I. R. Setyaningsih, N. C. Setiawan, Y. Wicaksana, Darnawi, dan Y. Maryani. 2021. Kajian Struktur Tanah Rizosfer Tanaman Kacang Hijau dengan Perlakuan Pupuk Kandang dan Kascing. *J. Pertanian Agros*. 23(1):35–43.

Nurtjahyani, S. D. dan I. Murtini. 2015. Karakterisasi Tanaman Cabai yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia Tabaci*). *University Research Colloquium*. 195–200.

Pallawagau, M., N. A. Yanti, M. Jahiding, L. O. Kadidae, W. A. Asis, dan F. H. Hamid. 2019. Penentuan Kandungan Fenolik Total Liquid Volatile Matter dari Pirolisis Kulit Buah Kakao dan Uji Aktivitas Antifungi Terhadap

Fusarium Oxysporum. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. 15(1):165.

Pambudi, A., S. -, N. Noriko, R. Azhari, dan P. R. Azura. 2015. Identifikasi Bioaktif Golongan Flavonoid Tanaman Anting-Anting (*Acalypha Indica* L.). *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*. 2(3):178.

Parwata, I. M. O. 2016. Kimia Organik Bahan Alam Flavanoid. *Diklat / Bahan Ajar*. 1–51.

Patel, C., R. M. Srivastava, dan J. M. Samraj. 2022. Comparative Study Of Morphology And Developmental Biology Of Two Agriculturally Important Whitefly Species Bemisia Tabaci (Asia II 5) And Trialeurodes Vaporariorum From North-Western Himalayan Region Of India. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 65.

Persulesy, E. R., F. K. Lembang, dan H. Djidin. 2016. Penilaian Cara Mengajar Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (Studi Kasus: Jurusan Matematika Fmpia Unpatti). *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*. 10(1):9–16.

Prabowo, R. U., A. Q. Ulviyah, A. J. Sari, A. Moretta, E. P. Maulidya, S. Nurfadilah, D. Soejono, dan D. B. Zahrosa. 2022. Aktualisasi Peningkatan Ekonomi Masyarakat Melalui Pemberdayaan Pokmas Betiri Sejahtera Lestari Di Desa Sanenrejo. *Pengabdian*. 6(1):1–11.

Pradhan, D., K. a Suri, D. K. Pradhan, dan P. Biswasroy. 2013. Golden Heart Of The Nature : Piper Betle L . *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1(6):147–167.

Proklamasiningsih, E., I. Budisantoso, dan I. Maula. 2019. Pertumbuhan Dan Kandungan Polifenol Tanaman Katuk (*Sauropus Androgynus* (L.) Merr) Pada Media Tanam Dengan Pemberian Asam Humat. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*. 12(1):96–102.

Putri, N. 2022. Penetapan Kadar Total Fenolik, Flavonoid, Dan Karotenoid Ekstrak Batang Bajakah Tampala (*Spatholobus Littolaris Hassk.*). *Skripsi*. 1–89.

Rachmawan, A. dan C. I. Dalimunthe. 2017. Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman Karet. *Warta Perkaretan*. 36(1):15–28.

Ramadhona, R., D. Djamilah, dan M. Mukhtasar. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya Dalam Pengendalian Kutu Daun Pada Fase Vegetatif Tanaman Terung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 20(1):1–6.

Rifkiani, M. A., R. Rahmawati, dan A. Hoyyi. 2015. Metode Lenth Pada Rancangan Faktorial Fraksional 3k-P Dengan Estimasi Efek Algoritma Yates. *Jurnal Gaussian*. 4(4):947–956.

- Saidy, A. R. 2018. Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi Dan Metode Studi. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press. Buku.
- Salbiah, D., N. Azilah, dan P. Nizam. 2021. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Untuk Mengendalikan Hama Kutu Kebul (*Bemisia Tabaci* Genn.) Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.). 10(1):11–18.
- Saptiningsih, E. dan S. Haryanti. 2015. Kandungan Selulosa Dan Lignin Berbagai Sumber Bahan Organik Setelah Dekomposisi Pada Tanah Latosol. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*. XXIII:34–42.
- Sari, K. P., N. Aini, dan B. T. Raharjo. 2021. The Role Of Leaf Characters Of Peanuts On Whitefly (*Bemisia Tabaci* Genn.) Infestation. *Buletin Palawija*. 19(1):10.
- Siamtuti, W. S., R. Aftiarani, Z. K. Wardhani, N. Alfianto, dan I. V. Hartoko. 2017a. Potensi Daun Sirih (*Piper Betle*, L) Dalam Pembutan Insektisida Nabati Yang Ramah Lingkungan. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek II*. 400–406.
- Siamtuti, W. S., R. Aftiarani, Z. K. Wardhani, N. Alfianto, dan I. V. Hartoko. 2017b. Potensi Tannin Pada Ramuan Nginang Sebagai Insektisida Nabati Yang Ramah Lingkungan. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 3(2):83.
- Sriyadi, B. 2012. Seleksi Klon Teh Assamica Unggul Berpotensi Hasil Dan Kadar Katekin Tinggi. *Jurnal Penelitian Teh Dan Kina*. 15(1):1–10.
- Sukarman, Ritung Sofyan, M. Anda, dan E. Suryani. 2017. Pedoman Pengamatan Tanah Di Lapangan. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Buku.
- Sukmawijaya, A. dan J. Sartohadi. 2019. Kualitas Struktur Tanah Di Setiap Bentuklahan Di DAS Kaliwungu. *Majalah Geografi Indonesia*. 2019.
- Sulaiman, C. T., C. T. Sadashiva, S. George, V. K. Goplakrishnan, dan I. Balachandran. 2013. Chromatographic Studies And In Vitro Screening For Acetyl Cholinesterase Inhibition And Antioxidant Activity Of Three Acacia Species From South India. *Analytical Chemistry Letters*. 3(2):111–118.
- Sumartayasa, I. W. A., K. A. Yuliadhi, dan I. K. Sumiarta. 2021. Presentase Dan Intensitas Serangan Hama Kutu Putih (*Paracoccuss Marginatus*) Yang Menyerang Tanaman Adenium Spp. Di Kota Denpasar. *Jurnal Nandur Fakultas Pertanian, Universitas Udayana*. 1(3):105–111.
- Sunandi, E., S. Nugroho, dan J. Rizal. 2013. Rancangan Acak Lengkap Dengan Subsampel. *E-Jurnal Statistika*.

- Supriadi. 2013. Optimasi Pemanfaatan Beragam Jenis Pestisida Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 32(1):1–9.
- Sutapa, G. N. dan I. G. A. Kasmawan. 2016. Efek Induksi Mutasi Radiasi Gamma 60co Pada Pertumbuhan Fisiologi Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum Mill*). *Nucl. Phys*. 13(1):104–116.
- Tampil, G. F., C. L. Salaki, dan V. Memah. 2020. Kombinasi Pestisida Nabati Buah Bitung (*Barringtonia Asiatica L. Kurtz*) dan Buah Pangi (*Pangium Edule Reinw*) Terhadap Serangga Vektor Penyakit Demam Berdarah Aedes Aegypti. *Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado*. 2(1):3–8.
- Tewu, R. W. G., K. Lientje Theffie, dan D. D. Pioh. 2016. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Tanah Berpasir Di Desa Noongan Kecamatan Langowan Barat (*Study Of Soil Physical And Chemical Properties On The Sandy Soil Of The Village Noongan District Langowan West*). In *Cocos*. 7(2):1–8.
- Vandalisna, V., S. Mulyono, dan B. Putra. 2021. Penerapan Teknologi Pestisida Nabati Daun Pepaya Untuk Pengendalian Hama Terung. *Jurnal Agrisistem*. 17(1):56–64.
- Yuniharni, D., L. Marpaung, dan S. Lenny. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid Total dan Tanin Total Dari Ekstrak Daun Jambu Monyet (*Anacardium Occidentale. L*). *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan* . 3(1):30–37.
- Yushananta, P. dan M. Ahyanti. 2021. The Effectiveness Of Betle Leaf (*Piper Betle L.*) Extract As A Bio-Pesticide For Controlled Of Houseflies (*Musca Domestica L.*). *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 9:895–900.
- Zhang, R., J. Lv, J. Yu, H. Xiong, P. Chen, H. Cao, dan J. J. John Martin. 2022. Antioxidant Analysis Of Different Parts Of Several Cultivars Of Papaya (*Carica Papaya L.*). *International Journal of Fruit Science*. 22(1):438–452.
- Zhou, L., Q. R. Maria Eloisa, dan R. E. Paull. 2020. Papaya (*Carica Papaya L.*) Leaf Area Estimation And Single-Leaf Net Photosynthetic Co2assimilation Rate Following Leaf Defoliation And Fruit Thinning. *HortScience*. 55(11):1861–1864.
- Zuraida, Z., S. Sulistiyani, D. Sajuthi, dan I. H. Suparto. 2017. Fenol, Flavonoid, Dan Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Kulit Batang Pulai (*Alstonia Scholaris R.Br*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(3):211–219.

SKRIPSI RISMA IMANDA RESWARI NIM 191710201030

ORIGINALITY REPORT

13%
SIMILARITY INDEX**11%**
INTERNET SOURCES**7%**
PUBLICATIONS**5%**
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet Source	1 %
2	repository.unej.ac.id Internet Source	1 %
3	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
4	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
5	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
6	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
7	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
8	digilib.uinsby.ac.id Internet Source	<1 %
9	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	<1 %

10	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %
11	semirata2016.fp.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
12	Submitted to Politeknik Negeri Jember Student Paper	<1 %
13	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
14	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
15	adoc.pub Internet Source	<1 %
16	farmingresearch.blogspot.com Internet Source	<1 %
17	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	<1 %
18	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
19	jurnal.ikipmataram.ac.id Internet Source	<1 %
20	Vandalisna Vandalisna, Sugeng Mulyono, Budi Putra. "PENERAPAN TEKNOLOGI PESTISIDA NABATI DAUN PEPAYA UNTUK	<1 %

PENGENDALIAN HAMA TERUNG", Jurnal
Agrisistem, 2021
Publication

21	123dok.com Internet Source	<1 %
22	repository.unjaya.ac.id Internet Source	<1 %
23	repo.unand.ac.id Internet Source	<1 %
24	Syahira Khairina Panggabean. "PAPAYA LEAF POWDER EXTRACT (Carica papaya L.) TO CONTROL THE WHITEFLY (Bemisia tabaci Genn.) ON RED CHILI PLANTS (Capsicum annum L.)", Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 2022 Publication	<1 %
25	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
26	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
27	etheses.uinmataram.ac.id Internet Source	<1 %
28	id.123dok.com Internet Source	<1 %

Submitted to UIN Raden Intan Lampung

29	Student Paper	<1 %
30	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
32	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
33	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
34	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
35	www.scribd.com Internet Source	<1 %
36	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
37	Yuliani ,, Widya Sari, Nia Fatimah. "UJI EFEKTIVITAS BEBERAPA PESTISIDA NABATI TERHADAP MORTALITAS (<i>Spodoptera exigua</i> Hubner) PADA TANAMAN BAWANG DAUN (<i>Allium fistulosum</i> L.)", Pro-STek, 2020 Publication	<1 %
38	digilib.uinkhas.ac.id Internet Source	<1 %
	docplayer.info	

39	Internet Source	<1 %
40	pdffox.com Internet Source	<1 %
41	repository.unika.ac.id Internet Source	<1 %
42	Jamaluddin Al Afgani, Ainin Niswati, Muhajir Utomo, Sri Yusnaini. "PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (<i>Zea mays</i> L.) DI LAHAN POLINELA BANDAR LAMPUNG, LAMPUNG", Jurnal Agrotek Tropika, 2018 Publication	<1 %
43	docobook.com Internet Source	<1 %
44	infopetani.com Internet Source	<1 %
45	moam.info Internet Source	<1 %
46	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
47	Yuliani ,, Aidannisa .. "UJI KETERTARIKAN HAMA KEONG MAS (<i>Pomacea canaliculata</i> L.)	<1 %

TERHADAP BERBAGAI UMPAN PERANGKAP DI
LAHAN PADI PANDANWANGI", Pro-STek, 2020

Publication

48	ejurnal.litbang.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
49	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
50	id.scribd.com Internet Source	<1 %
51	repository.uhamka.ac.id Internet Source	<1 %
52	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
53	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
54	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
55	Erni Romansyah, Nanang Wahyuddin, Nazaruddin Nazaruddin. "UJI PERFORMANSI MESIN PEMANEN DAN PERONTOK TYPE MOBIL COMBINE HARVESTER TERHADAP KEHILANGAN HASIL PADI", Jurnal Agrotek UMMat, 2018 Publication	<1 %
56	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %

57	jurnal.pancabudi.ac.id Internet Source	<1 %
58	jurnal.unpad.ac.id Internet Source	<1 %
59	protan.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1 %
60	talenta.usu.ac.id Internet Source	<1 %
61	hes-gotappointment-newspaper.icu Internet Source	<1 %
62	idoc.pub Internet Source	<1 %

Exclude quotes OFF

Exclude matches OFF

Exclude bibliography OFF

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian



Penimbangan Bahan
Pestisida Nabati



Bahan Daun Pepaya dan
Daun Sirih



Penghalusan Bahan
Pestisida Nabati



Hasil Penyaringan
Pestisida Nabati



Penyemprotan
Pestisida Nabati



Penyemprotan
Pestisida Nabati



Pengamatan Serangan
Hama Kutu Kebul



Pengujian Kandungan
Pestisida Nabati



Uji
Struktur Tanah

Lampiran 2 Tabel Data Serangan Kutu Kebul Selama 8 kali Pengamatan

Perlakuan	Ulangan	Serangan Hama (%) Pengamatan ke -							
		1	2	3	4	5	6	7	8
P0	U1	40,00	44,44	35,71	31,25	31,58	26,09	29,17	34,62
	U2	60,00	44,44	38,46	33,33	27,78	33,33	31,82	33,33
	U3	60,00	44,44	38,46	31,25	31,58	31,82	32,00	31,03
	U4	60,00	33,33	30,77	29,41	31,58	33,33	32,00	30,00
	U5	60,00	37,50	28,57	33,33	31,58	31,82	33,33	32,14
Rata-Rata		56,00	40,83	34,40	31,72	30,82	31,28	31,66	32,23
P1	U1	14,29	9,09	13,33	11,76	9,52	7,69	11,11	12,50
	U2	14,29	9,09	13,33	11,76	9,52	12,00	10,71	12,12
	U3	14,29	16,67	13,33	11,76	14,29	12,50	10,34	9,38
	U4	0,00	10,00	7,14	11,11	9,09	11,54	10,71	9,38
	U5	12,50	8,33	7,14	5,88	9,52	8,00	10,34	8,82
Rata-Rata		11,07	10,64	10,86	10,46	10,39	10,35	10,65	10,44
P2	U1	28,57	22,22	21,43	22,22	27,27	25,00	25,00	25,81
	U2	33,33	20,00	15,38	18,75	23,81	20,83	22,22	23,33
	U3	28,57	18,18	23,08	18,75	20,00	21,74	22,22	25,81
	U4	40,00	22,22	21,43	16,67	18,18	20,00	25,93	26,67
	U5	20,00	20,00	14,29	11,76	14,29	17,39	17,86	20,00
Rata-Rata		30,10	20,53	19,12	17,63	20,71	20,99	22,65	24,32
P3	U1	50,00	33,33	28,57	23,53	23,81	25,00	25,00	25,00
	U2	50,00	40,00	30,77	23,53	23,81	21,74	22,22	23,33
	U3	40,00	30,00	23,08	23,53	25,00	25,00	26,92	27,59
	U4	60,00	40,00	38,46	29,41	23,81	25,00	25,93	23,33
	U5	40,00	30,00	23,08	25,00	25,00	26,09	28,57	26,67
Rata-Rata		48,00	34,67	28,79	25,00	24,29	24,57	25,73	25,18

Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium Senyawa Aktif Pestisida Nabati

NOMOR SERTIFIKAT	: 050/LP.CDAST/III/2023	TANGGAL TERIMA SAMPEL	: 13 Maret 2023
CERTIFICATE NUMBER		DATE OF SAMPLE RECEIVING	
NOMOR ORDER	: 050	TANGGAL PENGUJIAN	: 14 Maret 2023
ORDER NUMBER		DATE OF TESTING	
NAMA SAMPEL	: Pestisida Nabati	SUHU RUANGAN	: 24.9 °C
SAMPLE NAME		TEMPERATURE OF ROOM	
BENTUK SAMPEL	: Cair	KELEMBABAN RUANGAN	: 62%
TYPE OF SAMPLE		HUMIDITY OF ROOM	
JUMLAH SAMPEL	: 3		
NUMBER OF SAMPLES			

HASIL ANALISA
ANALYSIS RESULT

No	Kode Sampel	Parameter	Hasil	Satuan	Metode Uji
1	P1	Flavonoid	0.0146	mg QE/g	Photometry
		Tanin	0.0072	mg GAE/g	
		Total Fenolik	0.0084	mg GAE/g	
2	P2	Flavonoid	0.0118	mg QE/g	
		Tanin	0.0058	mg GAE/g	
		Total Fenolik	0.0072	mg GAE/g	
3	P3	Flavonoid	0.0121	mg QE/g	
		Tanin	0.0054	mg GAE/g	
		Total Fenolik	0.0076	mg GAE/g	

Catatan:
Notes

- Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji
The result of this test only apply to the samples tested
- Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari koordinator mutu
This certificate can not be duplicated without quality coordinator approval
- Komplain terhadap hasil pengujian hanya dilayani dalam batas waktu 14 hari terhitung sejak sertifikat ini diterima
Complaints about the test results are only served within a period of 14 days since the date this certificate is received



Diterbitkan Tanggal : 20 Maret 2023
Date issued

Penyelia
Supervisor

Purnama Okwandari, SP., MP