

**IDENTIFIKASI KEBERADAAN *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*
PADA RHIZOSFER CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*)
DI DESA KEBON REJO
KECAMATAN KEPUNG KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

**MUHAMAD BASHORI ALWI
NIM H01216015**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhamad Bashori Alwi

NIM : H01216015

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "Identifikasi Keberadaan *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* Rhizosfer Akar Cabai Merah Besar (*Capsicum Annum L.*) Di Desa Kebon Rejo Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri." Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Oktober 2022

Yang menyatakan,



Muhamad Bashori Alwi
NIM. H01216015

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi Oleh

NAMA : Muhamad Bashori Alwi

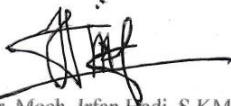
NIM : H01216015

JUDUL : Identifikasi Keberadaan *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*
Rhizosfer Akar Cabai Merah Besar (*Capsicum Annum L.*) Di Desa
Kebon Rejo Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri.

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 11 Oktober 2022

Dosen Pembimbing 1



Dr. Moch. Irfan Hadi, S.KM., M.KL.
NIP. 198604242014031003

Dosen Pembimbing 2



Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes
NIP. 198107252014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

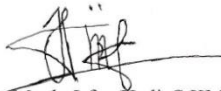
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Muhamad Bashori Alwi ini telah dipertahankan
didepan Tim Penguji Skripsi
di Surabaya, 11 Oktober 2022

Mengesahkan

Dewan Penguji

Penguji I



Dr. Moch. Irfan Hadi, S.KM., M.KL.
NIP. 198604242014031003

Penguji II



Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes
NIP. 198107252014031002

Penguji III



Saiful Bahri, M.Si
NIP. 198804202018011002

Penguji IV



Esti Tyastirin, M.KM
NIP. 198706242014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhamad Bashori Alwi
NIM : H01216015
Fakultas/Jurusan : Saintek/Biologi
E-mail address : alwiryuzushi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Identifikasi Keberadaan *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada Rhizosfer Cabai Merah Besar

(*Capsicum annum L.*) Di Desa Kebonrejo Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 November 2022

Penulis

(Muhamad Bashori Alwi)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

IDENTIFIKASI KEBERADAAN *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* PADA RHIZOSFER CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*) DI DESA KEBON REJO KECAMATAN KEPUNG KABUPATEN KEDIRI

Petani sering menggunakan pestisida pada cabai merah besar (*Capsicum annum L.*), karena rentan penyakit. Organofosfat jenis pestisida yang umum digunakan untuk cabai. Penggunaan pestisida dapat mempengaruhi lingkungan dan makhluk hidup. *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* secara umum hidup di daerah perakaran tanah merupakan bakteri yang bermanfaat bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan, perbandingan dan faktor yang mempengaruhi keberadaan *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada rhizosfer cabai merah. Metode dilakukan eksplorasi keberadaan dan menghitung jumlah koloni bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*, dengan pengambilan 15 sampel tanah sekitar akar cabai yang di bagi menjadi 3 kelompok dibedakan dengan intensitas pemberian pestisida. Sampel tanah diamati di laboratorium untuk mengidentifikasi keberadaan *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis sampai takson genus. Bakteri kemudian dihitung koloninya dengan satuan kol/g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*. Perbandingan koloni bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* yaitu 3:5 kol/g. Faktor yang mempengaruhi berkembangnya kedua bakteri kemungkinan dari jenis bahan aktif pestisida dan dari intensitas pemberian pestisida. Peneliti menyimpulkan keberadaan kedua bakteri kemungkinan terjadi karena sudah sintas (dapat bertahan) terhadap pestisida organofosfat.

Kata Kunci: Cabai merah besar (*Capsicum annum L.*), Pestisida Organofosfat, *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*, Koloni.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF *Pseudomonas* and *Lactobacillus* IN THE RHIZOSPHERE OF LARGE RED CHILLIES (*Capsicum annum L.*) IN KEBON REJO VILLAGE, KEPUNG DISTRICT, KEDIRI REGENCY

Farmers often use pesticides on large red chillies (*Capsicum annum L.*), because they are susceptible to disease. Organophosphate is a type of pesticide commonly used for chili. The use of pesticides can affect the environment and living things. *Pseudomonas* and *Lactobacillus* generally live in the root area of the soil and are bacteria that are beneficial to plants. This study aims to determine the presence, comparison and factors that influence the presence of *Pseudomonas* and *Lactobacillus* in the red chili rhizosphere. The method was carried out to explore the presence and count the number of colonies of *Pseudomonas* and *Lactobacillus* bacteria, by taking 15 soil samples around the chili roots which were divided into 3 groups distinguished by the intensity of pesticide application. Soil samples were observed in the laboratory to identify the presence of *Pseudomonas* and *Lactobacillus* with macroscopic and microscopic observations to the genus taxon. The bacteria were then counted for their colonies in col/g units. The results showed that there were *Pseudomonas* and *Lactobacillus*. Comparison of *Pseudomonas* and *Lactobacillus* bacterial colonies was 3:5 col/g. The factors that influence the development of the two bacteria may be from the type of active pesticide ingredient and from the intensity of pesticide application. The researcher concluded that the presence of the two bacteria probably occurred because they had survived (can survive) against organophosphate pesticides.

Keywords: Big red chili (*Capsicum annum L.*), Organophosphate pesticides, *Pseudomonas*, and *Lactobacillus*, Colonies,

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	7
1.3 Tujuan penelitian.....	7
1.4 Manfaat penelitian.....	7
1.5 Batasan Penelitian	8
BAB II.....	9
2.1 Cabai Merah Besar (<i>Capsicum annum L</i>)	9
2.2 Tanah.....	13
2.3 Bakteri Tanah.....	16
2.4 Pestisida	27
2.5 Organofosfat.....	29
2.6 Desa Kebonrejo.....	33
BAB III	38
3.1 Rancangan Penelitian	38
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	39
3.4 Prosedur Penelitian.....	39
3.5 Analisis Data	45
BAB IV	46
BAB V.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Struktur komponen beberapasenyawa organofosfat (Priyanto.2009)...	31
Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian	38
Tabel 4. 1 Rincian Jumlah Koloni Pseudomonas dan Lactobacillus pada Tanah Rhizosfer Cabai	50
Tabel 4. 2 Rata-rata Jumlah Koloni Pseudomonas dan Lactobacillus	50



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Grafik perbandingan rata-rata koloni Pseudomonas dan Lactobacillus	51
Grafik 4. 2 Diagram presentase perbandingan jumlah koloni Pseudomonas dan Lactobacillus pada Tanah Rhizosfer Cabai	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman Cabai Merah Besar	10
Gambar 2. 2 Isolat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dilihat dengan mikroskop.....	23
Gambar 2. 3 Isolat <i>Lactobacillus</i> dilihat dari mikroskop.....	26
Gambar 2. 4 Gambar Peta Desa Kebonrejo	34
Gambar 2. 5 Ladang Cabai Di Desa Kebonrejo.....	35
Gambar 2. 6 Tempat Penyimpanan Air Di Masing-Masing Sawah	35
Gambar 2. 7 Waduk buata untuk menampung air.....	36
Gambar 3. 1 Peta Pengambilan Sampel	39
Gambar 4. 1 Koloni <i>Pseudomonas</i> yang diinokulasi	47
Gambar 4. 2 Koloni <i>Lactobacillus</i> yang diinokulasi.....	49



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia dari zaman nenek moyang sudah melakukan aktivitas bercocok tanam. Tanah yang subur juga beriklim tropis serta banyaknya keanekaragaman hayati yang berpotensi untuk dikembangkan dalam pertanian. Tanaman yang dibudidayakan dalam pertanian salah satunya cabai. Cabai sering digunakan dalam makanan untuk menambah rasa pedas. Kabupaten Kediri merupakan salah satu sentra pemasok cabai di Jawa Timur. Desa Kebonrejo termasuk desa yang banyak lahan dan petani cabai dari beberapa daerah di Kabupaten Kediri (Saptana *et al.*, 2018). Proses pembudidayaan tanaman cabai tidak selalu berjalan lancar, sering kali banyak masalah yang dihadapi para petani seperti tanaman yang terkena penyakit dan hama. Petani berupaya meningkatkan hasil produksi dengan memakai pestisida sebagai solusinya. Menurut Djojoseumarto (2008) pestisida banyak sekali macamnya, seperti fungisida yang berfungsi membasmi jamur, insektisida berfungsi membasmi serangga, herbisida berfungsi membasmi gulma, larvasida berfungsi membasmi larva yang merugikan dan masih banyak macam yang lain.

Menurut Retnaningsih (2007) dalam data penjualan PT. Syngenta, Desa Kebonrejo merupakan daerah dengan penjualan pestisida tertinggi di Kediri. Pestisida buatan atau anorganik masih menjadi pilihan utama pada dunia pertanian dalam mengendalikan hama, penyakit dan gulma tanaman karena

dapat membunuh langsung organisme pengganggu terutama hama serangga yang sangat mempengaruhi hasil panen petani.

Pestisida tergolong ke dalam bahan kimia beracun yang digunakan untuk mengontrol atau membunuh hama dan penyakit yang menyerang bagian tanaman, membasmi rumput/gulma dan menstimulasi pertumbuhan tanaman namun bukan penyubur tanah (Yuantari, Widiarnako dan Sunoko, 2013). Pestisida mempunyai manfaat bagi petani untuk meningkatkan hasil produksi namun juga mempunyai dampak buruk pada kesehatan, hewan – hewan non target serta berdampak pada lingkungan. Penggunaan pestisida yang tepat dan aman merupakan hal mutlak yang harus dilakukan karena pestisida termasuk dalam salah satu bahan kimia yang beracun (Rustia *et al.*, 2010). Namun pada kenyataannya masih banyak petani yang menggunakan pestisida secara sembarangan dan tidak mengikuti aturan pemakaian yang berlaku. Penggunaan pestisida selalu meninggalkan residu pada tanaman, seperti di bagian daun, buah, cabang, akar dan kulit batang (Hartini, 2014).

Petani masih banyak yang menggunakan pestisida dengan cara disemprot dan disebar (berupa butiran), cara seperti ini mengakibatkan sisa–sisa (residu) pestisida jatuh ke permukaan tanah. Residu yang jatuh ke tanah akan mempengaruhi kehidupan organisme dalam tanah. Tidak terkecuali termasuk bakteri dalam tanah yang berfungsi sebagai dekomposer (Yulipriyanto, 2009).

Pada daerah rhizosfer atau perakaran tanah merupakan habitat dari berbagai bakteri yang membantu dalam proses kesuburan tanaman. Dari beberapa bakteri yang bermanfaat untuk tanaman terdapat kelompok *Lactobacillus* dan *Pseudomonas* Organisme tanah berperan menguraikan

bahan organik, infiltrasi air, meningkatkan aerasi, agregasi, sebagai siklus energi dalam ekosistem, dan menjaga produktivitas tanah (Njira dan Nabwami, 2013). Dekomposer adalah kelompok organisme yang berfungsi sebagai pengurai dari organisme lain yang mati. Dekomposer sangat penting dalam siklus energi, karena dari penguraiannya akan menghasilkan unsur hara dan karbondioksida yang penting untuk fotosintesis pada tumbuhan. Dekomposer dibagi menjadi makrofauna (cacing tanah), mikroba (bakteri dan jamur), dan meiofauna (kumbang).

Kesuburan tanah bergantung pada mikroba dan kelompok dekomposer lain untuk memecah bahan organik dan proses mineralisasi. Populasi dekomposer tanah terutama bakteri dan fungi dapat dijadikan indikator tanah yang terkontaminasi. Bakteri dan fungi juga termasuk *biogeosphere* yang berfungsi menjaga keseimbangan nutrisi pada tanah dan tumbuhan. Residu pestisida organoklorin terdeteksi pada tanah kedalaman 50 cm, hal ini dapat mempengaruhi populasi mikroba heterotropik dan bakteri nitrifikasi namun pada beberapa kelompok fungi dapat memanfaatkan karbon yang berasal dari residu tersebut. Pada awalnya fungi sensitive terhadap pestisida, tapi dengan cepat bisa beradaptasi dan melakukan proses metabolisme secara normal. Respon mikroorganisme tanah terhadap residu pestisida dipengaruhi oleh bahan kimianya. Efek pestisida lebih berpengaruh pada struktur komunitasnya dari pada aktifitas fisiologinya. Bakteri dan fungi dapat langsung berinteraksi dengan pestisida yang masuk ke dalam tanah. Interaksi fungi dan bakteri dengan pestisida mengakibatkan gangguan terhadap populasi bakteri dan fungi seperti asupan unsur kimia senyawa toksik, diversitas jenis mikroorganisme

tanah dan keragaman dari individu spesies. Sedangkan secara fisik residu pestisida akan menyebabkan perubahan tekstur tanah dan bahan organik yang terkandung (Sulistinah, 2011).

Pemakaian pestisida yang berlebihan dapat mengurangi populasi dari mikroba tanah seperti *Actinomycetes* dan fungi sampai 30,04% dari populasi (Sulistiyono, 2012). Menurut data WHO jumlah pestisida yang digunakan negara berkembang hanya 20%, dan dari jumlah tersebut Indonesia menggunakannya sebanyak 5%. Di Indonesia peningkatan penggunaan pestisida dari 11.587,2 ton pada tahun 1998 menjadi 17.977,2 ton pada tahun 2000. Aplikasi pestisida yang paling banyak dilakukan adalah pada tanaman hortikultura terutama tanaman sayuran (Hasibuan, 2015). Menurut BPS (2006) pada tahun 1984 Indonesia menguasai 20% dari pangsa pasar pestisida dunia. Pada kurun waktu 1982-1987 terjadi peningkatan pemakaian pestisida sebesar 36% dari sebelumnya., dan terus meningkat hingga tahun 2006. Serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) di Jawa Timur pada tahun 2008 mencapai 4.798,19 hektar (Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur, 2009). Untuk penanggulangan serangan hama, dan peningkatan kualitas hasil panen agar tidak menurun, maka petani banyak yang menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida pada pertanian akan memungkinkan adanya residu pestisida pada tanaman dan juga tanah serta organisme yang ada di dalamnya. Selain itu, sebagian besar petani minim pengetahuan tentang penerapan pestisida yang baik dan efek samping dari pestisida. Akibatnya, sering kali sebagian petani menggunakan pestisida berlebihan. Dengan penggunaan yang berlebihan, memungkinkan residu pestisida yang tertinggal di tanah juga banyak. Residu

pestisida mempengaruhi struktur komunitas bakteri dalam tanah yang berperan baik bagi tanaman, termasuk *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*. Maka dari itu perlunya diadakan penelitian tentang Identifikasi Keberadaan genus *Pseudomonas* Dan *Lactobacillus* pada Tanah Akar Cabai Merah Besar Yang Telah Diberi Pestisida Organofosfat Di Wilayah Desa Kebonrejo Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri Provinsi Jawa Timur.

Dalam kajian islam juga menjelaskan tentang bakteri. Hal ini sudah termaktub di dalam Al-Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 26 :

﴿إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۖ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۚ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۚ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ﴾

Yang artinya : “Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor nyamuk atau yang lebih kecil dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, mereka tahu bahwa itu kebenaran dari Tuhan. Tetapi mereka yang kafir berkata, “Apa maksud Allah dengan perumpamaan ini?” Dengan (perumpamaan) itu banyak orang yang dibiarkan-Nya sesat, dan dengan itu banyak (pula) orang yang diberi-Nya petunjuk. Tetapi tidak ada yang Dia sesatkan dengan (perumpamaan) itu selain orang-orang fasik.”

Dalam kitab tafsir Imam Jalalin dijelaskan, Tafsir Jalalain menyebutkan bahwa Allah tidak segan mengangkat nyamuk sebagai perumpamaan, atau bahkan yang lebih kecil dari nyamuk. Maksud dari “yang lebih kecil dari nyamuk” disini yaitu makhluk hidup yang tidak bisa dilihat dengan mata telanjang dan harus menggunakan alat bantu seperti mikroskop. Makhluk hidup yang lebih kecil dari nyamuk antara lain bakteri, fungi, dan virus. Allah tidak malu mengangkat nyamuk sebagai perumpamaan karena di dalamnya terdapat hikmah. Kalau orang yang beriman meyakini kebenaran perumpamaan itu dari Allah, orang-orang yang kafir mempertanyakan dengan ingkar manfaat dan urgensi perumpamaan tersebut. Sedangkan orang fasik

yang disesatkan oleh perumpamaan Allah itu adalah orang yang keluar dari ketaatan terhadap Allah.

Sebagian besar warga di Indonesia mata pencahariannya sebagai petani, apalagi masyarakat yang tinggal di desa, masih banyak yang mempunyai lahan sawah dan kebun yang dikelola untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari. Bercocok tanam merupakan pekerjaan yang mulia dalam islam. Al-Qur'an juga menjelaskan perihal bercocok tanam seperti pada surat Al-An'am ayat 141:

﴿وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ﴾

Yang artinya: *“Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan tidak berjunjung, pohon kurma, tanaman-tanaman yang bermacam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) tapi tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin), dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.”*

Dalam ayat ini, Allah kembali menegaskan *rububiyah*-Nya, bahwasanya Dialah yang mengatur segalanya, dan memberikan kenikmatan kepada manusia berupa tumbuhan-tumbuhan dan hewan-hewan. Maksud dari tumbuhan yang berjunjung, adalah tumbuhan yang tumbuh menjalar di tanah, seperti semangka dan ubi jalar. Adapun tumbuhan yang tidak berjunjung, adalah tumbuhan yang tumbuh meninggi ke atas, seperti kurma, zaitun, dan lainnya. Allah juga menjelaskan bahwa diri-Nya lah yang menciptakan berbagai macam tumbuhan, seperti zaitun dan delima. Terkadang, keduanya tumbuh di tempat yang sama dengan sumber air yang sama, namun memiliki bentuk dan rasa yang berbeda. Hal ini menunjukkan kekuasaan dan kehendak Allah untuk menciptakan berbagai macam model tumbuh-tumbuhan. Semua tumbuhan tersebut halal untuk dimakan. Maksud dari menunaikan haknya,

adalah menunaikan zakatnya. Allah menjelaskan bahwa semua tumbuhan yang Allah ciptakan halal. Akan tetapi, jangan sampai seseorang berlebihan dalam menyikapi nikmat Allah sehingga seseorang melampaui batas, atau malah termabukkan dengannya sehingga ia terjangkiti sifat bakhil, dan enggan menunaikan zakatnya yang wajib. (Tafsir Jalalain, 2007)

1.2 Rumusan masalah

1. Apakah didalam tanah akar cabai yang terpapar pestisida jenis organofosfat ditemukan bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* ?
2. Bagaimana perbandingan jumlah koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada tanah akar cabai yang terpapar pestisida organofosfat?

1.3 Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui keberadaan bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada tanah akar cabai merah besar (*Capsicum annum L.*).
2. Untuk mengetahui perbandingan antara jumlah koloni pada tanah akar cabai merah besar besar (*Capsicum annum L.*) yang terpapar pestisida alami dengan yang terpapar pestisida buatan.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Manfaat teoritis:

Secara teoritis peneliti ingin memberikan pengetahuan tentang jumlah koloni bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* yang terdapat pada tanah akar cabai merah besar yang intens diberi pestisida organofosfat.

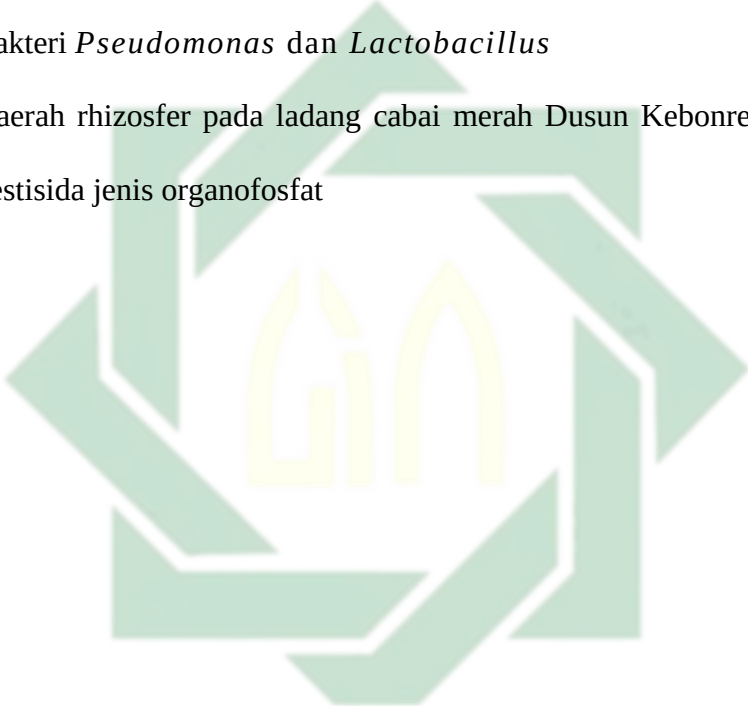
2. Manfaat praktis:

Secara praktis peneliti ingin memberikan pengetahuan kepada masyarakat bahwa penggunaan pestisida berlebih dapat memberi efek samping, baik pada tanaman maupun mikroorganisme yang ada di sekitarnya serta dapat digunakan juga sebagai indikator kesuburan tanah .

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*
2. Daerah rhizosfer pada ladang cabai merah Dusun Kebonrejo yang diberi pestisida jenis organofosfat



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L*)

Menurut Haryanto, (2018), dalam sistematika tumbuh-tumbuhan cabai diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Solanales

Famili : Solanaceae

Genus : *Capsicum*

Spesies : *Capsicum annum L*

Cabai atau lombok termasuk dalam suku terong-terongan (Solanaceae) dan merupakan tanaman yang mudah ditanam di dataran rendah ataupun di dataran tinggi. Tanaman cabai banyak mengandung vitamin A dan vitamin C serta mengandung minyak atsiri capsaicin, yang menyebabkan rasa pedas dan memberikan kehangatan panas bila digunakan untuk rempah-rempah (bumbu dapur). Cabai dapat ditanam dengan mudah sehingga biasa dipakai untuk kebutuhan sehari-hari tanpa harus membelinya di pasar (Harpenas, 2010).

Tanaman cabai (*Capsicum annum L*) berasal dari dunia tropika dan subtropika Benua Amerika, khususnya Colombia, Amerika Selatan, dan terus menyebar ke Amerika Latin. Bukti budidaya cabai pertama kali ditemukan dalam tapak galian sejarah Peru dan sisaan biji yang telah berumur lebih dari 5000 tahun SM didalam gua di Tehuacan, Meksiko. Penyebaran cabai ke

seluruh dunia termasuk negara-negara di Asia, seperti Indonesia dilakukan oleh pedagang Spanyol dan Portugis (Dermawan, 2010).

Cabai mengandung kapsaisin, dihidrokapsaisin, vitamin (A, C), damar, zat warna kapsantin, karoten, kapsarubin, zeasantin, kriptosantin, dan lutein. Selain itu, juga mengandung mineral, seperti zat besi, kalium, kalsium, fosfor, dan niasin. Zat aktif kapsaisin berkhasiat sebagai stimulan. Jika seseorang mengonsumsi kapsaisin terlalu banyak akan mengakibatkan rasa terbakar di mulut dan keluarnya air mata. Selain kapsaisin, cabai juga mengandung kapsisidin. Khasiatnya untuk memperlancar sekresi asam lambung dan mencegah infeksi sistem pencernaan. Unsur lain di dalam cabai adalah kapsikol yang dimanfaatkan untuk mengurangi pegal-pegal, sakit gigi, sesak nafas, dan gatal-gatal.



Gambar 2. 1 Tanaman Cabai Merah Besar
Sumber: Dokumen pribadi

Morfologi dari tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L) adalah sebagai berikut:

a. Akar

Menurut (Tjahjadi, 1991) akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman $\pm$

200 cm serta berwarna coklat. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya berkisar 25-35 cm. Dari akar tunggang tumbuh akar-akar cabang, akar cabang tumbuh horisontal didalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil-kecil dan membentuk masa yang rapat

b. Batang

Menurut (Hewindati, 2006) batang utama cabai tegak dan pangkalnya berkayu dengan panjang 20-28 cm dengan diameter 1,5-2,5 cm. Batang percabangan berwarna hijau dengan panjang mencapai 5-7 cm, diameter batang percabangan mencapai 0,5-1 cm. Percabangan bersifat dikotomi atau menggarpu, tumbuhnya cabang beraturan secara berkesinambungan.

c. Daun

Menurut (Hewindati, 2006), daun cabai berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing atau diistilahkan dengan oblongus acutus, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar 9-15 cm dengan lebar 3,5-5 cm. Selain itu daun cabai merupakan Daun tunggal, bertangkai (panjangnya 0,5-2,5 cm), letak tersebar. Helaian daun bentuknya bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, petulangan menyirip, panjang 1,5-12 cm, lebar 1-5 cm, berwarna hijau

d. Bunga

Posisi bunga cabai menggantung. Warna mahkota putih, memiliki kuping sebanyak 5-6 helai, panjangnya 1- 1,5 cm, lebar 0,5 cm, warna

kepala putik kuning. Cabai berbunga sempurna dengan benang sari yang lepas tidak berlekatan. Disebut berbunga sempurna karena terdiri atas tangkai bunga, dasar bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, alat kelamin jantan dan alat kelamin betina. Bunga cabai berkelamin dua atau hermaphrodite karena alat kelamin jantan dan betina dalam satu bunga. (Tjahjadi, 2010).

e. Buah dan Biji

Buah cabai berbentuk kerucut memanjang, lurus atau bengkok, meruncing pada bagian ujungnya, menggantung, permukaan licin mengkilap, diameter 1-2 cm, panjang 4-17 cm, bertangkai pendek, rasanya pedas. Buah muda berwarna hijau tua, setelah masak menjadi merah cerah. Sedangkan untuk bijinya biji yang masih muda berwarna kuning, setelah tua menjadi coklat, berbentuk pipih, berdiameter sekitar 4 mm. Rasa buahnya yang pedas dapat mengeluarkan air mata orang yang menciumnya, tetapi orang tetap membutuhkannya untuk menambah nafsu makan.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tumbuh kembang tanaman cabai merah besar. Ini termasuk iklim, ketinggian, tanah dan pengendalian hama tanaman. Adapun iklim meliputi suhu, angin, kelembaban, sinar matahari dan curah hujan. Suhu ideal untuk tanaman cabai adalah 24-28 ° C. Pada suhu tertentu (seperti 15 ° C dan di atas 32 ° C), kualitas paprika akan menurun. Suhu harian tanah yang ditanami terlalu dingin akan menghambat pertumbuhan. Menurut (Tjahjadi, 1991) menyatakan bahwa jika dilakukan pengairan yang baik dan teratur maka tanaman lada dapat tumbuh pada musim kemarau. Meski tanaman lada tumbuh subur di musim kemarau, namun juga

membutuhkan irigasi yang memadai. Curah hujan untuk tanaman cabai merah besar adalah 800-2000 mm / tahun. Untuk ketinggian yang cocok untuk menanam paprika, ketinggiannya harus kurang dari 1400 m. Artinya paprika dapat ditanam dari dataran rendah sampai dataran tinggi (1.400 mdpl). Di daerah dataran tinggi tanaman cabai dapat tumbuh, tetapi tidak mampu memproduksi secara maksimal.

Cabai sangat sesuai ditanam pada tanah yang datar. Dapat juga ditanam pada lereng-lereng gunung atau bukit. Tetapi kelerengan lahan tanah untuk cabai adalah antara 0-10⁰. Tanaman cabai juga dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah liat. akan tetapi tanah yang cocok adalah tanah yang mengandung unsur-unsur pokok yaitu unsur N dan K, tanaman cabai tidak suka dengan air yang menggenang. Pertumbuhan tanaman cabai akan optimum jika ditanam pada tanah dengan pH 6-7. (Harpenas, 2010).

2.2 Tanah

Tanah merupakan lapisan teratas pada bumi. Tanah terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dari bahan organik yang telah melapuk atau berasal dari pelapukan bebatuan, dan terdapat rongga-rongga atau pori-pori didalamnya yang berisi air dan udara. Tanah berada diantara atmosfer dan litosfir juga berbatasan dengan hidrosfer. Hasil pelapukan jika berada di tempat yang semula maka disebut residu soil (tanah sisa), sebaliknya jika hasil pelapukan tersebut berpindah ke tempat lain terbawa angin atau air maka disebut transportasi soil (tanah bawaan). Pelapukan terjadi dengan proses kimia maupun fisika. Proses fisika seperti

terbawa angin atau terkikis oleh air. Proses kimiawinya yaitu mempengaruhi susunan mineral batuan asal (Fiantis, 2017).

Tanah dikelompokkan berdasarkan kondisi fisiknya, terdapat 3 kelompok yaitu tanah dengan butiran kasar seperti pasir dan kerikil, tanah dengan butiran halus seperti lempung, yang terakhir yaitu tanah campuran. Tanah sebagai media tumbuh dari berbagai tumbuhan, sebagai tempat dari akar yang menyerap mineral dan unsur hara. Sebagai ekosistem dari berbagai organisme yang hidup di dalam maupun di permukaannya seperti organisme decomposer (Fiantis, 2017).

Pada penelitian ini, tanah yang diamati merupakan jenis tanah persawahan. Tanah sawah mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan tanah lainnya. Terdapat sifat fisik dan sifat kimia tanah. Sifat fisik meliputi struktur tanah, tekstur tanah, konsistensi tanah dan bobot isi tanah. Sifat kimia tanah meliputi pH tanah, potensial redoks, C-organik, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation (KTK) (Rahayu, 2014). Tanah sawah mempunyai tekstur yang halus-sedang (liat berpasir, berdebu, lempung). Lalu struktur dari tanah sawah yaitu berupa gumpalan-gumpalan, karena melekatnya partikel atau butiran tanah satu sama lain. Gumpalan terbentuk alami karena proses agregasi tanah, sedangkan yang tidak alami merupakan hasil pencangkulan (Suntoro et al., 2007).

(Sugiharyanto, 2017) menyebutkan ada beberapa faktor dalam pembentukan tanah yaitu:

1. Bahan induk

Bahan induk yaitu bahan-bahan asal yang membentuk tanah. Bahan induk meliputi mineral, bahan organik dan batuan. Mineral adalah bahan alam homogen dari senyawa anorganik yang asli, susunan kimianya tetap dan susunan molekul tertentudalam bentuk geometrik. Mineral pembentuk tanah diantaranya fosfat (P), kuarsa (SiO_2), kalsit (CaCO_3), dan sulfur (S). bahan organik yaitu sisa-sisa dari organisme yang lain yang telah mati seperti tumbuhan, hewan dan manusia. Batuan yaitu bahan padat yang menyusun kerak bumi. Ada berbagai macam batuan seperti batuan beku, sedimen, dan metamorf.

2. Iklim

Iklim merupakan rata-rata cuaca atau kondisi atmosfer pada rentang waktu yang lama dan tempat yang luas. Iklim mempengaruhi pembentukan tanah melalui curah hujan dan temperature udara.

3. Organisme

Organisme sangat berpengaruh dalam pembentukan tanah. Seperti cacing tanah beserta dekomposer tanah yang membantu membantu meningkatkan kesuburan tanah.

4. Topografi

Topografi atau relief yaitu bentuk permukaan dari bumi, ini sangat mempengaruhi pembentukan tanah. Dimana tanah yang memiliki

permukaan lebih miring akan mengakibatkan penghambatan pada pembentukan tanah semakin besar begitupun sebaliknya.

5. Waktu

Pembentukan tanah dipengaruhi oleh lamanya waktu terjadinya. Jadi pembentukan tanah yang bagus memerlukan waktu yang lama, seperti bahan induk batuan yang keras dan yang lunak, akan lebih cepat pembentukan tanah batuan yang lunak. Dikarenakan batuan yang keras sulit melapuknya dan membutuhkan waktu yang lama.

Residu pestisida yaitu sisa – sisa bahan kimia dari pestisida yang melekat pada tanaman, tanah, serta hewan. Faktor – faktor yang mempengaruhi residu pestisida dalam tanah yaitu 1.) Kemampuan absorpsi pestisida oleh partikel tanah dan bahan organik. 2.) Pencucian oleh air hujan. 3.) Degradasi tanah. 4.) Penguapan. 5.) Pengolahan tanah. Presistensi pestisida dalam tanah yaitu lamanya waktu yang dibutuhkan pestisida hilang daya kerjanya. Presistensi pestisida berbeda – beda tergantung jenis, konsentrasi serta lingkungannya. (Fitriadi dan Putri, 2016).

2.3 Bakteri Tanah

Mikrobiologi tanah merupakan suatu ilmu yang mempelajari mikroba tanah yang erat hubungannya dengan mikrobiologi pertanian. Produk buangan dari aktivitas manusia dan hewan serta sisa-sisa tanaman seringkali dibuang di tanah. Semua bahan ini pada akhirnya akan diuraikan oleh mikroba tanah dan berubah menjadi partikel yang merupakan bagian dari tanah dan dapat bermanfaat pada tanaman atau pertanian. Penguraian berbagai bahan dari bahan organik kompleks menjadi bahan anorganik yang sederhana

dilaksanakan oleh mikroba. Bahan anorganik yang sederhana tersebut merupakan zat hara bagi tanaman. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya aktivitas mikroba tanah dalam kehidupan di alam ini. (Sari,2015)

Bakteri yaitu mikroorganisme prokariotik atau tidak memiliki selubung inti. Bakteri mempunyai informasi genetik DNA, namun tempatnya bukan di nucleus atau membrane inti. DNA bakteri biasanya disebut nukleoid, bentuknya sirkuler dan panjang. Struktur dari bakteri yaitu selnya dikelilingi oleh dinding sel, di sekitar dinding sel terdapat struktur eksternal seperti kapsul, flagella, dan pili. Bakteri berkembang biak dengan cara pembelahan biner, yaitu dari satu sel akan membelah menjadi dua sel yang identik. Bakteri hidup di berbagai habitat, di air, udara, tanah, dan juga di organisme lain (Brooks, 2013).

Menurut Subandi (2014) bakteri merupakan organisme dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Prokariot, yaitu mikroorganisme yang tidak memiliki membran inti.
- b. Sel tunggal, mikroorganisme mikroskopik.
- c. Umumnya berukuran lebih kecil daripada sel eukariot.
- d. Sangat kompleks meskipun ukurannya kecil.

Dasar pengelompokan bakteri ada beberapa macam diantaranya: bentuk, jumlah dan letak flagel, cara mendapatkan makanan, karakteristik dinding sel, dan kebutuhan terhadap oksigen.

a. Bentuk

1. Basil (*bacillus*): berbentuk basil, seperti tongkat lonjong dan agak silindris.

2. Bulat (*coccus*) : berbentuk bulat seperti bola-bola kecil. Secara berkelompok seperti rantai bergandengan panjang (*streptobasil* atau *streptococcus*), Berdua-dua bergandengan (*diplococcus*), mengelompok berempat (*Tetracoccus*), seperti anggur (*Staphylococcus*), seperti kubus (*sarcina*).
 3. Spiral : berbentuk spiral, panjang dan benkok-bengkok.
 4. Koma (*vibrio*) : berbentuk seperti tanda koma
 5. Spirochet (*spirocheta*) :berbentuk seperti batang berbelit-belit, panjang dan banyak belitannya. (Subandi , 2014)
- b. Jumlah dan letak flagel
1. Amfitrik : satu flagela disetiap sisi.
 2. Peritrik : flagela ada diseluruh bagiannya.
 3. Atrik :tidak mempunyai flagela
 4. Monotrik : satu flagela disalah satu sisinya
 5. Lofotrik : beberapa flagela disalah satu sisi
- c. Cara mendapatkan makanan
1. Fotoautotrof : memproduksi makanan dengan memanfaatkan cahaya matahari (mengubah anorganik maenjadi organik).
 2. Kemoautotrof : membuat makanan dari reaksi kimia
 3. Heterotrof : mendapatkan makanan dari organisme lain, (diantaranya yaitu parasit, saprofit, patogen, apatogen, eubacteria, archaeobacteria).
- d. Kebutuhan terhadap oksigen
- Bakteri yang bisa hidup tanpa adanya oksigen disebut anaerob, sedangkan bakteri yang tidak bisa hidup tanpa oksigen disebut aerob.

e. Struktur dinding sel

1. Bakteri gram negatif : memiliki lapisan peptidoglikan tipis serta dinding sel yang dapat menyerap warna merah.
2. Bakteri gram positif : lapisan peptidoglikan yang tebal dan dinding selnya dapat menyerap warna ungu.
3. Tidak memiliki dinding sel : contohnya *Mycoplasma*. (Widayati, S., 2009).

Bakteri mempunyai peran dalam siklus kehidupan, ada yang merugikan dan yang bermanfaat. Diantara peran penting bakteri yaitu sebagai dekomposer, yang menguraikan bahan organik menjadi unsur hara dan senyawa-senyawa yang dibutuhkan tumbuhan. Dalam menguraikan bahan organik biasanya bakteri hidup di luar organisme lain, namun ada juga yang hidup di dalam saluran pencernaan hewan. Bakteri memiliki kemampuan memutus ikatan rantai C penyusun senyawa lignin (bahan berkayu), selulosa (bahan berserat), dan hemiselulosa (ruang antara selulosa). Contoh bakteri dekomposer yaitu *Bacillus* spp., *Sterptomyces* spp., *Pseudomonas* spp., dan yang lainnya (Saraswati, Santosa dan Yuniarti, 2009).

Terdapat juga bakteri yang sintas (mampu bertahan hidup) terhadap pestisida. Hal ini bisa terjadi karena kelompok bakteri tersebut tidak terpengaruh dengan adanya pestisida. Ada juga kelompok bakteri yang memanfaatkan residu pestisida tersebut menjadi bagian proses metabolismenya. Oleh karenanya dengan mengamati keberadaan populasi bakteri maupun mikroba lain pada tanah yang terkontaminasi pestisida dapat mengevaluasi pengaruh cemaran pestisida (Singh & Walker, 2006). Beberapa

bakteri juga dapat mendegradasi pestisida tertentu yang ikatan kimianya sulit didegradasi dan berpotensi menjadi bahan pencemar. Seperti bakteri pada genera *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Rhodococcus*. Hal ini karena bakteri dibantu dengan adanya enzim fungsional yang dimiliki bakteri. Diantaranya enzim fosfatase dan esterase yang fungsinya memutus rantai labil seperti Carbamate, Pyrethroids, Diazinon, dan yang lainnya (Rahmansyah and Sulistinah, 2009).

Bakteri dapat hidup di tanah dengan memanfaatkan semua nutrisi yang ada di dalamnya dan dapat dimanfaatkan dalam pertanian ataupun perkebunan. Peranan terpenting mikroba tanah ialah fungsinya yang membawa perubahan kimiawi pada substansi-substansi di dalam tanah, terutama perubahan senyawa organik yang mengandung karbon, nitrogen, sulfur, dan fosfor menjadi senyawa anorganik. Proses ini disebut dengan mineralisasi, dimana di dalamnya terlibat sejumlah besar perubahan kimiawi dengan peranan berbagai macam mikroorganisme. Proses tersebut dapat diawali dengan siklus nitrogen yang terdapat di dalam tanah yang dapat mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik oleh mikroorganisme (Sari, 2015).

Bakteri rizosfer di tanah dekat akar mungkin bermanfaat, beberapa berbahaya bagi tanaman, netral atau variabel. Efek menguntungkan termasuk stabilitas tanah, air dan penyerapan nutrisi, stimulasi pertumbuhan, fiksasi nitrogen, pengendalian biologis, biokimia dan simbiosis. Peran mikroorganisme rizosfer dalam memberikan unsur hara kepada tumbuhan adalah mengubah sifat morfologi dan fisiologi akar dan sistem tumbuhan, mengubah taraf keseimbangan unsur hara, memudahkan pengangkutan ke

permukaan akar dan / atau penyerapan, sehingga mengubah komposisi kimianya. tanaman. Melalui proses simbiosis, unsur hara langsung ditransfer dari mikroorganisme simbiosis ke inang, dan daerah penyerapan akar tanaman atau persaingan untuk mendapatkan makanan terhambat (Sari, 2015).

Bakteri dalam lingkungan tanah dapat berperan utama dalam aliran energi dan daur nutrisi yang berkaitan dengan produktivitas primer. Daerah perakaran tumbuhan secara umum disebut dengan rizosfer sedangkan daerah di sekitar tumbuhan disebut dengan filosfer. Perakaran tumbuhan pada saat biosintesis akan memasok oksigen ke rizosfer atau sebaliknya pada saat respirasi akan membebaskan karbondioksida pada rizosfer. Perakaran secara berkelanjutan akan membebaskan nutrisi yang berasal dari eksudat, sekresi akar atau lisisnya sel-sel di perakaran. Beragam mikroba hidup dan berkembang di rizosfer termasuk di permukaan perakaran (*rhizoplane*) dan mendapatkan keuntungan dari ketersediaan oksigen dan nutrisi (Sari, 2015).

Beberapa jenis bakteri tanah yang terdapat di sekitar tanaman adalah *Rhizobium* sp., *Bradyrhizobium japonicum*, *Frankia*, dan *Cyanobacteria*. Bakteri melalui asosiasi simbiotik tersebut memperoleh sumber energi dan tempat tumbuh yang lebih baik, sedangkan tanaman akan memperoleh unsur hara N dan faktor tumbuh, sehingga keduanya memperoleh manfaat dari asosiasi tersebut. *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium japonicum* mempunyai toleransi yang rendah terhadap cekaman yang disebabkan oleh pH rendah pada tanah yang pelapukannya lanjut tetapi beradaptasi cukup baik pada kondisi semiarid (Sari, 2015).

Ada juga bakteri tanah yang merugikan dan menguntungkan, seperti *Ralstonia solanacearum*, yang berbahaya bagi tanaman lada. *Ralstonia solanacearum* merupakan bakteri yang hidup pada akar tanaman dan menyebabkan layu fusarium. Pada musim hujan, *Ralstonia solanacearum* menyerang tanaman lada sehingga menurunkan produksi lada. *Ralstonia solanacearum* tumbuh subur di lingkungan dengan suhu 30-35°C dan kelembaban tinggi. Patogen ini dapat menyebar di dalam tanah dan dapat bertahan di dalam tanah serta sisa tanaman dalam waktu yang lama. Sejak transplantasi, *Ralstonia solanacearum* menginfeksi inang melalui akar. Selain itu, bakteri ini juga dapat menginfeksi tanaman melalui luka tanaman yang disebabkan oleh nematoda, siput dan hama lainnya. Gejala awal serangan bakteri ini adalah daun tanaman menjadi layu. Pada cuaca panas, daun muda akan layu hingga pucuk garpu, lalu terlihat segar pada malam yang dingin. Serangan paling serius adalah seluruh bagian tanaman akan cepat layu dan mengering, sedangkan warna tanaman tetap hijau. Gejala lainnya adalah daun menguning dan tanaman mati mendadak. Kisaran inang patogen ini sangat luas sehingga menyebabkan kehilangan tanaman sebesar 50% (Zhenita, 2011).

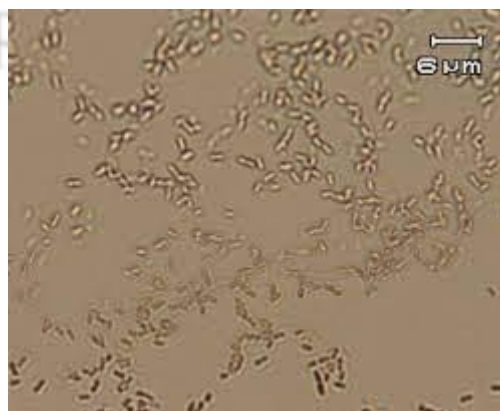
Di sisi lain ada bakteri yang menguntungkan yaitu bakteri endofit, menguntungkan tanaman inangnya dengan cara menstimulasi pertumbuhan tanaman, memfiksasi nitrogen, dan meningkatkan sistem pertahanan tanaman terhadap gangguan penyakit tanaman, seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Hal ini dikarenakan bakteri endofit mampu memproduksi senyawa antibakteri, enzim, asam salisilat, etilena, dan senyawa sekunder yang berperan dalam menginduksi ketahanan tanaman. Endofit mengacu pada bakteri hidup dalam

jaringan tanaman yang sehat, bukan menimbulkan gejala tertentu pada tanaman inang. Bakteri endofit dapat bersifat obligat atau fakultatif. Bakteri endofit obligat dapat tumbuh dan bertahan hidup sesuai dengan tanaman inangnya. Bakteri endofit fakultatif memiliki tahapan di luar tanaman inang dalam siklus hidupnya, yaitu di lingkungannya terutama di dalam tanah. Bakteri yang paling cocok untuk hidup di jaringan tanaman dipilih secara alami sebagai endofit (Harni et al. 2012)

a. *Pseudomonas*

Menurut Buchanan dan Gibbons (1975), *Pseudomonas* memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Prokariota,
 Divisi : Bacteria,
 Kelas : Gammaprotobacteria,
 Ordo : Pseudomonadales,
 Famili : Pseudomonadaceae,
 Genus : *Pseudomonas*.
 Spesies : *Pseudomonas sp.*



Gambar 2. 2 Isolat *Pseudomonas aeruginosa* dilihat dengan mikroskop
 Sumber: Laboratorium Mikrobiologi Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT Serpong 2010

Bakteri *Pseudomonas sp.* memiliki ciri-ciri gram-negatif, berbentuk batang atau kokus, aerob obligat, dan motil mempunyai flagel polar. Bakteri ini bersifat oksidase-positif, katalase-positif, bakteri non-fermentasi, dan tumbuh baik pada suhu 4°C atau di bawah 43°C. Bakteri dari genus ini menghasilkan berbagai enzim seperti protease, amilase dan lipase. Selain itu, *Pseudomonas* dapat memecah protein, karbohidrat dan senyawa organik lainnya menjadi CO₂, amoniak dan senyawa lain yang lebih sederhana. *Pseudomonas* banyak ditemukan pada tanah, tanaman dan air. Beberapa spesies *Pseudomonas* seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas sp.*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas stutzeri* dan lain-lain (Suyono, 2011).

Diketahui bahwa *Pseudomonas sp* dapat menghasilkan biosurfaktan dari kelompok glikolipid (yaitu, rhamnolipid). Rhamnolipid yang dihasilkan dapat membantu mempercepat proses biodegradasi senyawa hidrokarbon yang sulit larut dalam air. Salah satunya adalah pestisida. Dengan bantuan biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri, pestisida yang terkandung dalam media uji dapat terdegradasi. Studi yang dilakukan oleh Onwosi dan Odibo (2012) serta Zhang, Mulligan (2005) dan Miller (1994) membuktikan bahwa bakteri dari genus *Pseudomonas* dapat menghasilkan biosurfaktan glikolipid, yaitu rhamnolipid. Bakteri yang dapat menghasilkan rhamnolipid biasanya mampu mendegradasi hidrokarbon, mengikat logam berat di dalam tanah, dan memurnikan minyak di dalam tanah.

Pseudomonas sp. termasuk bakteri rhizosfer atau bakteri yang hidup di daerah perakaran tumbuhan, biasanya bakteri rhizosfer hidup dalam kisaran

suhu 15-55°C, dan dapat bertahan pada kisaran pH 5,5-8,0, bakteri ini disebut dengan bakteri mesofil atau neutrofil. Selain pH dan suhu tanah, kelembaban di daerah pengambilan sampel juga akan mempengaruhi keberadaan dan pertumbuhan bakteri rizosfer. Secara umum, kisaran kelembaban optimal untuk pertumbuhan bakteri adalah 50-75%. Oleh karena itu, menurut pengukuran kelembaban tanah di titik pengambilan sampel, pertumbuhan bakteri rizosfer sangat baik. (Suriawiria (2005), dalam Khairani, 2019).

b. *Lactobacillus*

Klasifikasi bakteri *Lactobacillus* sp. (Dicks LM, et al, 2000, dalam Irianto, 2013)

Kerajaan : Bacteria

Divisi : Firmicutes

Kelas : Bacilli

Ordo : Lactobacillales

Famili : Lactobacillaceae

Genus : *Lactobacillus*

Spesies : *Lactobacillus* sp.

Lactobacillus sp. merupakan bakteri gram positif yang dapat ditemukan diberbagai tempat, yang paling banyak ditemukan di susu, daging, di saluran pencernaan manusia, di tanah dan lainnya. Karakteristiknya berbentuk batang dan tidak berspora serta koloninya berbentuk bulatan kecil, tepian rata dan berwarna putih. Biasanya tumbuh baik pada suhu 15-45⁰C dan pada pH asam yaitu kurang lebih 3,2. Metabolismenya fakultatif anaerob yaitu bakteri ini dapat tumbuh dengan atau tanpa adanya oksigen. *Lactobacillus sp.* merupakan bakteri asam laktat heterofermentatif, yaitu mengkonversi gula menjadi asam laktat. Fungsi bakteri asam laktat yang terdapat di dalam tanah adalah untuk memfermentasi zat organik (glukosa, pati, hemiselulosa) menjadi senyawa asam organik dengan berat molekul rendah, yang ada dalam bentuk asam laktat dan mudah diserap oleh tanaman. Asam laktat yang dihasilkan adalah produk bakterisida kuat yang dapat menghambat mikroorganisme berbahaya. Zat organik hasil fermentasi yang mudah diserap langsung oleh akar tanaman, seperti gula, alkohol, asam amino, protein, karbohidrat, dan lainnya. *Lactobacillus sp.* juga menghasilkan peptida antimikroba dan polisakarida ekstraseluler. (Widowati, 2002)



Gambar 2. 3 Isolat *Lactobacillus* dilihat dari mikroskop
Sumber: Putri (2018)

2.4 Pestisida

Pestisida sendiri berasal dari kata *pesticide* (*pest* yang berarti hama atau penyakit dan *cide* yang berarti membunuh). Jadi pestisida merupakan zat kimia dan bahan lain yang diracik untuk membasmi hama pada tanaman juga untuk membasmi tanaman – tanaman liar yang mengganggu dan menjadi parasit bagi tanaman yang dibudidayakan (gulma). Dengan meningkatnya organisme pengganggu tumbuhan (OPT) maka kebutuhan pestisida akan terus meningkat. Menurut BPS (2006) pada tahun 1984 Indonesia menguasai 20% dari pangsa pasar pestisida dunia. Pada kurun waktu 1982-1987 terjadi peningkatan pemakaian pestisida sebesar 36% dari sebelumnya, dan terus meningkat hingga tahun 2006. Dalam penggunaan pestisida para petani cenderung memakai pestisida yang mereka rasa ampuh dan puas, sehingga cukup sulit menerima pestisida jenis baru (Sulistiyono, 2012).

Keputusan Menteri Pertanian No. 434.1/Kpts/TP.270/7/2001 Bab II Pasal 5 Ayat 4 menjelaskan bahwa: menurut cara penggunaannya, pestisida yang bisa didaftarkan yaitu pestisida untuk penggunaan umum dan pestisida terbatas. Pestisida umum atau bebas pakai adalah pestisida yang dalam peredaran dan penggunaannya tidak menggunakan alat, cara, perlengkapan, keahlian dan izin khusus. Sedangkan pestisida terbatas adalah pestisida yang dalam penggunaannya memerlukan persyaratan dan alat-alat pengaman khusus diluar alat yang tertera pada label.

Menurut (Dadang, 2006) pestisida dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk fisik, jenis sasaran, bentuk formulasi, cara masuknya, cara kerjanya, dan bahan aktif.

a. Bentuk fisik

Bentuk fisik pestisida dibedakan menjadi: padat, cair, aerosol (partikel padat yang berada di udara)

b. Jenis Sasaran

Berdasarkan jenis sasarannya, pestisida dibedakan menjadi: akarisida untuk tungau, insektisida untuk serangga, herbisida untuk gulma, nematisida untuk nematoda, fungisida untuk jamur, bakterisida untuk bakteri, molukisida untuk keong dan siput, termisida untuk rayap, rodentisida untuk hewan pengerat, dan piscisida untuk ikan liar

c. Bentuk Formulasi

Berdasarkan bentuk formulasi dibedakan menjadi: butiran bentuk pestisida ini bisa langsung digunakan. Tepung (powder) bentuk pestisida ini harus dilarutkan dulu sebelum digunakan. EC (emulsible concentrates) berbentuk emulsi (seperti susu) pada larutan semprot, biasanya golongan insektisida. AS yaitu bentuk yang akan membentuk larutan homogen setelah dicampur air, biasanya golongan herbisida.

d. Cara Masuk

Berdasarkan cara masuknya dibedakan menjadi :

1. Racun kontak, yaitu pestisida masuk melalui kontak langsung dan masuk ke tubuh serangga melalui dinding atau kutikula

2. Racun perut, yaitu pestisida masuk ke tubuh serangga melalui proses makan lalu ke pencernaannya.
3. Racun sistemik, yaitu pestisida masuk dengan diserap tanaman lalu didistribusikan ke seluruh jaringan tubuhnya.
4. Fumigan, yaitu pestisida masuk melalui sistem pernafasan.

e. Cara Kerja

Berdasarkan cara kerjanya dibedakan menjadi: kelompok IGR (mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan). Racun syaraf (mempengaruhi sistem syaraf, biasanya golongan organofosfat, karbamat, dan piretroid). Mempengaruhi fungsi enzim dan mempengaruhi tingkah laku.

f. Bahan Aktif

Berdasarkan bahan aktifnya dibedakan menjadi: Sintetik (buatan) dan Biopestisida (alami) Seperti Nikotinoida, Piretroida, Rotenoida, dan yang lainnya. Untuk sintetik ada dua macam yaitu anorganik dan organik.

Anorganik: seperti arsenat, flourida, tembaga sulfat dan garam merkuri.

Organik: Karbamat (carbofuran, BPMC), Organofosfat (klorpirifos, prefonofos), Heterosiklik (kapone, mirex), Organokhlorin (DDT, BHC, endrin), Dinitrofenol (dinex), dan lainnya.

2.5 Organofosfat

Organofosfat adalah bahan kimia sintetis yang terkandung dalam pestisida yang membunuh hama (serangga, jamur atau gulma). Organofosfat juga digunakan dalam produk rumah tangga seperti pengusir nyamuk, kecoa dan hama lainnya. Organofosfat dapat menyebabkan keracunan karena

menghambat kolinesterase. Enzim tersebut berfungsi untuk menghidrolisis asetilkolin menjadi asetat dan kolin. Organofosfat dapat berikatan dengan sisi aktif kolinesterase, sehingga menghambat kerja enzim. Asetilkolin ditemukan di seluruh sistem saraf. Asetilkolin berperan penting dalam mengatur berbagai aktivitas sistem saraf otonom, seperti pupil mata, jantung, pembuluh darah, dan darah. Asetilkolin juga merupakan neurotransmitter yang secara langsung mempengaruhi jantung, berbagai kelenjar dan otot polos saluran napas. Pestisida yang termasuk ke dalam golongan organofosfat antara lain: Azinophosmethyl, Chloryfos, Demeton Methyl, Dichlorovos, Dimethoat, Disulfoton, Ethion, Palathion, Malathion, Parathion, Diazinon dan Chlorpyrifos. Di Indonesia pestisida organofosfat banyak digunakan pada tanaman buah dan sayuran seperti bawang merah, tomat, selada, cabai, dan kacang panjang. Organofosfat disintesis pertama di Jerman pada awal perang dunia ke II. Pada awal sintesisnya diproduksi senyawa tetraethyl pyrophosphate (TEPP), parathion dan schordan yang sangat efektif sebagai insektisida, tetapi juga cukup toksik terhadap mamalia. Penelitian berkembang terus dan ditemukan komponen yang protein terhadap insekta tetapi kurang toksik terhadap manusia seperti malathion, tetapi masih sangat toksik terhadap insekta. (Badrudin 2013). Di Desa Kebonrejo sendiri yang komoditinya lebih besar cabai juga menggunakan pestisida jenis organofosfat.

Pestisida organofosfat mengalami translokasi ke seluruh bagian tanaman. Translokasi terjadi melalui apoplas, simplas, atau melalui angiogenesis mesofil dan floem. Residu pestisida pada tanaman akan hilang seiring dengan proses pertumbuhannya tanaman dan translokasi. Keberadaan pestisida pada tanaman

pangan dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia pestisida tersebut. Ketika laju penguapan ke udara tinggi, pestisida dengan tekanan uap tinggi akan cepat hilang. Pestisida dengan kelarutan air yang rendah melekat pada lapisan lilin epidermis tanaman dan sulit untuk terhanyut oleh hujan, sedangkan pestisida dengan kelarutan air yang tinggi mudah terbawa oleh hujan, dan mudah menembus ke dalam jaringan tanaman, kemudian berpindah ke berbagai bagian tanaman. (Narwanti, 2013).

Tabel 2. 1 Struktur komponen beberapasenyawa organofosfat (Priyanto.2009)

Nama	Struktur
Tetraethylpyrophosphate (TEPP)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
Parathion	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2 \end{array}$
Malathion	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{S}-\text{CH}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{S}-\text{CH}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
Sarin	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{F} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Pestisida memang mempunyai manfaat untuk membasmi organisme pengganggu tanaman, namun tidak dapat dipungkiri juga pestisida juga mempunyai dampak negatif pada organisme serta lingkungan. Salah satu dampaknya yaitu adanya residu pestisida pada tanaman yang dibudidayakan, hewan lain yang bukan target, serta lingkungan tempat berlangsungnya penggunaan pestisida. Karena jika tanaman atau hewan dan lingkungan terkena residu pestisida itu juga akan berakibat pada manusia yang hidup dengan memakan sayuran yang terkena residu pestisida, lingkungan dan ekosistem

yang terkontaminasi residu pestisida juga akan rusak. Residu pestisida yaitu sisa-sisa zat tertentu dari pestisida yang digunakan.

Batas Maksimum Residu (BMR) pestisida adalah tingkat bahaya residu pestisida pada suatu bahan digambarkan BMR yaitu konsentrasi maksimum residu pestisida yang secara hukum diizinkan atau diketahui sebagai konsentrasi yang dapat diterima pada hasil pertanian yang dinyatakan dalam miligram residu pestisida per kilogram hasil pertanian (SNI 7313: 2008). Menurut aturan SNI, penyemprotan pestisida yang baik dilakukan sebanyak 300-400 liter/hektar sedangkan pada satu tanaman dilakukan penyemprotan pestisida sekitar 1 liter saat suhu udara $<30^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara 50-80% yang terjadi pada saat sore hari pukul 16.00 atau 17.00 (Kepala Badan Litbang Pertanian, 2018). Residu pestisida tidak berefek langsung pada manusia, namun dalam jangka panjang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, syaraf dan metabolisme enzim. Dan jika residu terbawa dalam makanan maka akan mempengaruhi fungsi hati, ginjal, menurunkan kekebalan tubuh, dan dapat menyebabkan kanker (Marbun, Nurmaini and Ashar, 2015).

Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Indraningsih dan Sani, 2004) yang meneliti tentang residu pestisida pada produk sapi di Bogor. Pada penelitian itu ditemukan residu pestisida pada susu sapi dengan kadar residu diazinon (239 ppb), dan heptaklor (60,3 ppb), kadar ini sudah melampaui Batas Maksimum Residu (BMR). Residu pestisida juga ditemukan pada daging, lemak dan hati sapi. Hal ini terjadi kemungkinan karena sapi memakan tumbuhan-tanaman yang terkontaminasi residu pestisida. Jika produk-produk

sapi tersebut yang sudah terkontaminasi residu pestisida dikonsumsi manusia akan berbahaya untuk kesehatan.

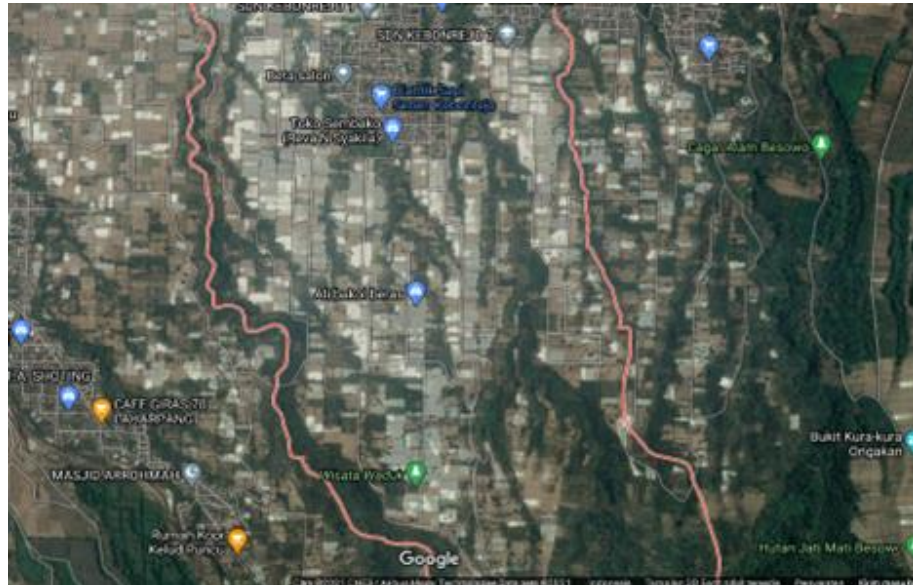
Pada penelitian yang lain, yang dilakukan oleh (Narwanti, Sugiharto dan Anwar, 2013) di daerah bantul, untuk meneliti residu pestisida pada tanah dan air pada daerah tersebut. Hasilnya ditemukan residu pestisida pada tanah yaitu aldrin (4,8-64,8 ppb) dan dieldrin (tidak terdeteksi-0,6ppb), sedangkan pada air yaitu aldrin (tidak terdeteksi-1,0 ppb) dan eldrin (tidak terdeteksi 1,2 ppb). Residu pestisidanya masih berada dibawah baku mutu air yang telah ditetapkan. Kontaminasi residu pestisida seperti ini akan mempengaruhi lingkungan serta ekosistem bagi organisme yang lain.

Pestisida organofosfat yang banyak dipakai oleh petani Desa Kebonrejo adalah pestisida dengan merk dagang Fyfanon 440 EW (umum) bahan aktif malathion (malathion): 440 g/l. Fyfanon 440 EW merupakan insektisida dan akarisida dengan racun kontak dan lambung berbentuk emulsi minyak dalam air. Fyfanon 440 EW selain digunakan pada cabai biasanya dipakai juga untuk kakao, kedelai, dan mangga. Penyakit yang diatasi yaitu kutu daun *Myzus persicae*, hama *Thrips sp.*, tungau *Tetranychus sp.* Cara pemakaiannya dengan Penyemprotan volume tinggi : 1 - 2 ml/l). (Priyanto, 2009)

2.6 Desa Kebonrejo

Desa Kebonrejo merupakan salah satu desa yang masuk dalam wilayah Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri Provinsi Jawa Timur. Mempunyai 4 dusun yaitu Dusun Kebonrejo, Dusun Tegalrejo, Dusun Pangguungsari, dan Dusun Tambaksari. Letaknya berada di bawah gunung kelud, sehingga tanahnya kering karena terkena material vulkanik dari Gunung Kelud. Tidak

seperti daerah pegunungan kebanyakan, yang mudah membudidayakan apel, jeruk dan yang lainnya, hanya beberapa tanaman yang bisa tumbuh mudah dengan tanah keringnya. Oleh karena itu para petani disana memilih membudidayakan cabai, tomat, tebu dan duren. Komoditas utamanya yaitu cabai, sedangkan yang lain hanya sebagai selingan.



Gambar 2. 4 Gambar Peta Desa Kebonrejo
Sumber: Google Earth

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



*Gambar 2. 5 Ladang Cabai Di Desa Kebonrejo
Sumber: Dokumen Pribadi*



*Gambar 2. 6 Tempat Penyimpanan Air Di Masing-Masing Sawah
Sumber: Dokumen Pribadi*



*Gambar 2. 7 Waduk buata untuk menampung air
Sumber: Dokumen Pribadi*

Warga Desa Kebonrejo kesulitan dalam hal perairan dikarenakan tanahnya yang kering, terlebih lagi pada musim kemarau. Untuk itu para petani membuat waduk kecil yang berada di dataran paling atas yang berfungsi menampung air hujan. Dari waduk tersebut air akan dialirkan ke bawah ke setiap laWarga Desa Kebonrejo kesulitan dalam hal perairan dikarenakan tanahnya yang kering, terlebih lagi pada musim kemarau. Untuk itu para petani membuat waduk kecil yang berada di dataran paling atas yang berfungsi menampung air hujan. Dari waduk tersebut air akan dialirkan ke bawah ke setiap lahan pertanian. Jika musim kemarau maka para petani mau tidak mau harus membeli air untuk memenuhi kebutuhan perairannya. Menurut hasil wawancara dengan Kepala Dusun Desa Kebonrejo, Beliau menuturkan Desa Kebonrejo merupakan nomor 1 penggunaan pestisida terbesar se-Jawa Timur. Para petani di sini juga sangat paham tentang pestisida serta bahan aktifnya. Sehingga petani di sini jarang sekali mengonsumsi hasil pertaniannya sendiri, lebih banyak dijual karena mereka juga mengerti akan bahayanya. Para petani di sini juga cenderung menggunakan pestisida yang menurutnya ampuh yaitu

jenis organofosfat, jadi sulit berpindah ke pestisida jenis lain. Saat musim kemarau tingkat penggunaan pestisida di sini agak menurun karena ada biaya tambahan untuk membeli air, namun jika tidak ada kendala dalam perairan penggunaan pestisida bisa sampai 2 kali sehari dikarenakan tanaman cabai yang rentan penyakit, oleh karena itu ketika baru memasuki wilayah Desa Kebonrejo aroma pestisida sudah tercium tajam, karena penggunaannya yang berlebihan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian ini berupa penelitian eksploratif kualitatif yaitu melakukan identifikasi dan perhitungan jumlah koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada tanah ladang cabai merah besar di Desa Kebon Rejo yang terpapar pestisida orgaofosfat dengan merk dagang Fyfanon 440 EW.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019, bertempat di Laboratorium Balai Penelitian dan Konsultasi Industri, Jl. Ketintang Baru XVII No. 14 Surabaya, Jawa Timur.

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian

No.	Kegiatan	Bulan													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Pembuatan proposal skripsi														
2	Seminar proposal														
3	Pengambilan sampel tanah														
4	Pengamatan di laboratorium - Isolasi bakteri - Pemurnian bakteri - Pengamatan morfologi dan mikroskopis - Identifikasi bakteri														
5	Analisis data														
6	Pembuatan draft skripsi														
7	Seminar hasil penelitian														

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat

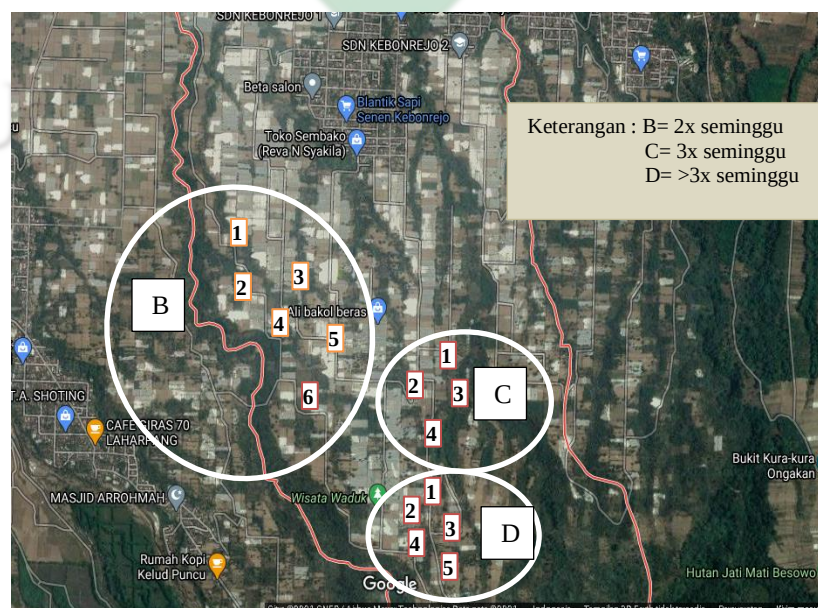
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain botol urin ukuran 15 ml untuk wadah sampel tanah, sekop, mikroskop, gelas objek, tisu, pipet, timbangan analitik, inkubator, autoklaf, *vortex*, cawan petri, saringan, labu bundar, *latex*, *rotary evaporator*, pH meter, pemanas, spatula, tabung reaksi, *erlenmeyer*, jarum inokulasi, mikropipet, pembakar bunsen, gelas ukur, *Laminar Air Flow* (LAF), rak tabung reaksi, dan lainnya.

b. Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu tanah area perakaran cabai yang diteliti, Lalu untuk medium NA (*Nutrient Agar*) untuk bakteri, akuades hingga 1000 ml, plastik, wrapping, aluminium foil, kapas, tisu, alkohol 70%, spirtus.

3.4 Prosedur Penelitian

a. Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 3. 1 Peta Pengambilan Sampel
Sumber : Google Earth

Gambar (3.1) merupakan peta pengambilan sampel tanah dilakukan di beberapa titik, yang didasarkan pada intensitas penggunaan pestisida. Untuk lebih lengkapnya ada pada tabel di lampiran nomor 1.

Adapun proses pengambilan sampel tanah, diawali dengan sterilisasi peralatan dengan alkohol 75 %. Pengambilan sampel tanah dengan cara mengambil tanah dengan kedalaman sekitar kurang lebih 10 cm dari permukaan yang di dekat akar tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L). Kemudian tanah dimasukkan ke dalam botol urine 15 ml yang sudah disterilkan, hingga penuh. Lalu berpindah ke lokasi lain dan melakukan perlakuan yang sama hingga 15 sampel tanah.

Setelah selesai, botol urine yang berisi sampel tanah diletakkan di wadah styrofoam (cool box) yang sudah berisi es batu didalamnya. Hal ini dilakukan agar sampel tidak terkontaminasi. Selanjutnya sampel untuk dibawa ke laboratorium untuk penelitian lebih lanjut.

b. Isolasi Bakteri

Sebelum dilakukan isolasi semua alat dan bahan yang digunakan disterilkan terlebih dahulu. Alat-alat yang akan digunakan dicuci dengan deterjen hingga bersih lalu dibilas dengan air suling, kemudian alat-alat disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C tekanan 2 atm selama 15 menit.

Setelah sterilisasi alat, kemudian preparasi sampel tanah. Hal ini dilakukan dengan tujuan mempersiapkan sampel tanah yang telah diambil ke dalam kondisi terpisah antara mikroorganisme dan substratnya yaitu

tanah tanah rhizosfer. Proses preparasi sampel tanah adalah sebagai berikut.

1. Sampel tanah ditimbang sebanyak 25 g untuk kemudian dicampurkan ke dalam 225 mL akuades steril di dalam botol kultur.
2. Campuran tanah dan akuades steril tersebut kemudian di homogenkan dengan vortex sampai benar-benar tercampur.
3. Suspensi tanah dibiarkan sampai terbentuk dua lapisan yang berbeda yaitu lapisan atas yang merupakan suspensi air tanah yang siap diambil untuk analisis keberadaan mikroba dan lapisan bawah berupa substrat tanah.

Selanjutnya isolasi bakteri dilakukan dengan membuat seri pengenceran ($10^{-1} - 10^{-5}$). Metode pengenceran (Waluyo, 2008):

1. Menyiapkan 5 tabung masing masing berisi 9 ml air aquades steril.
2. Menimbang sampel tanah sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam 1 tabung reaksi berisi 9 ml aquades steril kemudian dihomogenkan dengan mnggunakan vortex.
3. Setelah sampel menjadi encer, diambil sebanyak 1 ml dengan menggunakan pipet lalu dimasukkan kedalam tabung satu untuk pengenceran pertama untuk mendapatkan perbandingan 1:10 atau 10^{-1} .
4. Mengambil 1 ml larutan pengenceran pertama dimasukkan kedalam tabung dua untuk pengenceran kedua untuk mendapatkan perbandingan 1:100 atau 10^{-2} . Proses ini diulang hingga tabung

kelima sehingga diperoleh perbandingan hingga 10^{-5} dan setiap pengenceran divortex.

5. Penumbuhan mikroba dilakukan dengan mengambil larutan pada masing-masing pengenceran 10^{-5} sebanyak 0,5 ml dengan menggunakan mikropipet kemudian diteteskan ke permukaan media NA dan diratakan dengan menggunakan spatula dan diinkubasi. Koloni mikroba akan muncul untuk bakteri ± 2 hari dan untuk cendawan ± 4 hari setelah isolasi.

Koloni yang tumbuh pada media NA dihitung jumlah populasi bakterinya dengan satuan bakteri koloni/gram. Estimasi jumlah koloni dihitung berdasarkan formula Klement et al (2015) yaitu: Koloni per ml = Jumlah koloni percawan $\times$ 1/faktor pengenceran (kol/gr).

c. Pemurnian (*purification*).

Tujuan pemurnian adalah untuk mendapatkan kultur murni yang dibutuhkan tanpa terkontaminasi oleh mikroorganisme lain. Pemilihan koloni mikroba yang dimurnikan didasarkan pada perbedaan penampilan morfologi koloni, meliputi warna, tinggi, tekstur permukaan, radiasi, lingkaran konsentris dan tetesan eksudatif untuk mendapatkan isolat murni. Pemurnian isolat bakteri dilakukan dengan cara menggerakkan bakteri dengan jarum menggunakan metode benang, kemudian ditumbuhkan pada media NA (Adiz, 2017).

Pemurnian bakteri dilakukan dengan metode gores, dan semua koloni dengan bentuk berbeda dimurnikan pada media NA untuk mendapatkan isolat murni. Kemudian isolat yang diperoleh dikerok

berulang kali hingga diperoleh satu isolat. Selain itu, inkubasi dilakukan pada suhu 25°C dan pertumbuhan diamati selama 2 hari.

d. Pengamatan Morfologi Secara Makroskopis

Semua isolat tunggal yang berhasil dimurnikan, ditumbuhkan pada media NA pada tabung reaksi dengan metode miring, kemudian dinkubasi selama ± 1 minggu, selanjutnya diamati secara langsung morfologinya yaitu bentuk koloni, elevasi, tepi koloni dan warna koloni. Identifikasi pada penelitian ini hanya sampe takson genus.

e. Pengamatan bentuk dan Reaksi Gram Secara Mikroskopis

Tahap pewarnaan Gram dilakukan dengan mengoleskan isolat murni pada kaca objek yang telah dibersihkan dengan alkohol 70%. Kemudian tempelkan di atas api bunsen (fiksasi), lalu tambahkan 2-3 tetes pewarna primer yaitu kristal ungu dan diamkan selama 1 menit. Kemudian, gelas target dicuci dengan air mengalir, lalu dikeringkan. Bubuhkan total 2-3 tetes larutan lugol atau iodin pada kaca objek dan biarkan selama 1 menit. Gelas ojek dicuci dengan air mengalir dan kemudian dikeringkan. Setelah 1 menit olesan bakteri digenangi dengan alkohol 95% (alkohol-aseton) di kaca target, diamkan selama 30 detik atau sampai warna ungu kristal tidak ada lagi terlihat mengalir di kaca objek, lalu cuci dan keringkan lagi. Selanjutnya olesan bakteri digenangi pewarna safranin selama 30 detik, lalu kaca objek dimiringkan untuk membuang kelebihan safranin, lalu dibilas dengan akuades. Setelah itu, amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x. (Hernanda, 2010).

f. Indikator Pengamatan

1. Jumlah Koloni, diamati secara manual dengan TPC (*Total Plate Count*).
Koloni yang tumbuh pada media NA dihitung jumlah populasi dengan satuan bakteri koloni/gram (kol/gr). Estimasi jumlah koloni dihitung berdasarkan formula Klement et al (2015) yaitu : Koloni per gr = Jumlah koloni percawan x 1/faktor pengenceran (kol/gr)
2. Bentuk Koloni, diamati baik secara langsung maupun dengan menggunakan mikroskop. Secara langsung dengan melihat pertumbuhan koloni diatas permukaan agar, dapat berupa rhizoid, circular atau irregular secara mikroskopis menggunakan mikroskop pembesaran 40 kali.
3. Elevasi, adalah derajat pertumbuhan bakteri diatas permukaan agar, diamati dengan cara mengangkat cawan petri sejajar dengan mata pengamat, lalu mengidentifikasi apakah pertumbuhan rata, tebal, cembung atau bergelombang.
4. Tepi Koloni, diamati dengan melihat setiap pinggiran koloni pada permukaan media agar, pertumbuhan tepi koloni dapat berlekuk, rata, bergelombang atau bergerigi.
5. Warna, diamati dengan melihat warna koloni setelah diinkubasi selama $\pm$ 24 jam.

3.5 Analisis Data

Data berupa jumlah koloni yang tumbuh pada media NA dianalisis secara deskriptif kuantitatif, yaitu data berupa jumlah koloni dari *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* beserta penjelasannya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi

a) *Pseudomonas*

Peneliti melakukan berbagai pengamatan dan mendapatkan hasil identifikasi yang menunjukkan adanya bakteri genus *Pseudomonas*. Karakteristik bakteri genus *Pseudomonas* diamati dengan pengamatan makroskopik yaitu dengan mengamati ciri morfologi koloni bakteri di media dalam cawan petri. Pengamatan dalam cawan petri meliputi pigmentasi, bentuk, tepian koloni, dan elevasi. Cawan petri yang berisi berbagai koloni bakteri, terdapat koloni yang menunjukkan ciri-ciri karakteristik morfologi dari genus *Pseudomonas* yaitu koloninya berbentuk bulat, berwarna putih kekuningan, tepi tidak rata, dan bentuk permukaan koloni cembung mengkilat. (Nawangsih, 2003). Genus *Pseudomonas* yang diamati menunjukkan memiliki ciri-ciri gram-negatif, berbentuk batang atau kokus, Basil langsung ke lengkung sedikit, 0.5 - 1 μm lebar x 1.5 - 5 μm panjang, mereka tidak dapat membentuk dan mengumpul granula polihidroksibutirat dalam media kultur nitrogen yang rendah. Sampul selular terdiri daripada membran sitoplasma, dinding sel dan membran luar yang meliputi kedua. Dinding sel adalah tipikal bakteria Gram negatif, yang tipis dan terdiri dari peptidoglycan. Membran sitoplasma memisahkan sitoplasma dari komponen lain sampul sel. Ia terbentuk oleh lipid bilayer. Aerob obligat, flagella terletak di kedudukan kutub, dan motil mempunyai flagel polar. Bakteri ini bersifat oksidase-positif, katalase-positif, bakteri

non-fermentasi, pH 5-9, dan tumbuh baik pada suhu 4°C atau di bawah 43°C. Bakteri dari genus *Pseudomonas* menghasilkan berbagai enzim seperti protease, amilase dan lipase. Selain itu, *Pseudomonas* dapat memecah protein, karbohidrat dan senyawa organik lainnya menjadi CO₂, amoniak dan senyawa lain yang lebih sederhana. *Pseudomonas* banyak ditemukan pada tanah, tanaman dan air. Beberapa spesies *Pseudomonas* seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas sp*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas stutzeri* dan lain-lain (Suyono, 2011).

Sifat metabolik dapat mengoksidasi senyawa satu karbon seperti metanol atau metana, dan beberapa dapat memecah berbagai senyawa. Habitatnya adalah tanah dan lingkungan perairan payau. Beberapa spesies bersifat patogen bagi manusia dan hewan. Secara biokimia positif untuk katalase, negatif untuk indole, negatif untuk fermentasi karbohidrat (glukosa, sukrosa dan laktosa) dan negatif untuk urease, dengan kemampuan untuk tumbuh dalam kondisi ekstrim. (Pelczar, 2008).



Gambar 4. 1 Koloni *Pseudomonas* yang diinokulasi
Sumber: Dokumen pribadi

b) *Lactobacillus*

Peneliti melakukan berbagai pengamatan dan mendapatkan hasil identifikasi yang menunjukkan adanya bakteri genus *Lactobacillus*. Karakteristik bakteri genus *Lactobacillus* diamati dengan pengamatan makroskopik yaitu dengan mengamati ciri morfologi koloni bakteri di media dalam cawan petri. Pengamatan dalam cawan petri meliputi pigmentasi, bentuk, tepian koloni, dan elevasi. Cawan petri yang berisi berbagai koloni bakteri, terdapat koloni yang menunjukkan ciri-ciri karakteristik morfologi dari genus *Lactobacillus*, yaitu koloni yang berbentuk bulat, tepian koloni halus, warna koloni bakteri putih susu atau agak krem, elevasi koloni yaitu cembung. (Putri et al. 2018). Hasil uji pewarnaan gram terhadap kelima isolat menunjukkan bahwa semua isolat memiliki bentuk sel yang sama yaitu berbentuk batang dan bersifat gram positif. (Holt et al.1994). Hasil penelitian Ismail et al. (2017), menunjukkan bahwa berdasarkan pewarnaan gram bakteri asam laktat memiliki sel berbentuk batang (basil) dan termasuk kelompok bakteri gram positif. tumbuh baik pada suhu 15-45⁰C dan pada pH asam yaitu kurang lebih 3,2. Metabolismenya fakultatif anaerob yaitu bakteri ini dapat tumbuh dengan atau tanpa adanya oksigen. *Lactobacillus*. merupakan bakteri asam laktat heterofermentatif, yaitu mengkonversi gula menjadi asam laktat. Fungsi bakteri asam laktat yang terdapat di dalam tanah adalah untuk memfermentasi zat organik (glukosa, pati, hemiselulosa) menjadi senyawa asam organik dengan berat molekul rendah, yang ada dalam bentuk asam laktat dan mudah diserap oleh tanaman. Asam laktat yang dihasilkan adalah

produk bakterisida kuat yang dapat menghambat mikroorganisme berbahaya. Zat organik hasil fermentasi yang mudah diserap langsung oleh akar tanaman, seperti gula, alkohol, asam amino, protein, karbohidrat, dan lainnya. *Lactobacillus sp.* juga menghasilkan peptida antimikroba dan polisakarida ekstraseluler. (Nurhamidah et al. 2019)



Gambar 4. 2 Koloni *Lactobacillus* yang diinokulasi
Sumber: Dokumen pribadi

4.2 Perbandingan Jumlah Koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada Sampel Tanah Rhizosfer Cabai Merah

Peneliti menghitung jumlah koloni bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* dengan secara manual menggunakan metode TPC (Total Plate Count). Koloni yang tumbuh pada media NA dihitung jumlah populasi dengan satuan bakteri koloni/gram (kol/gr). Estimasi jumlah koloni dihitung berdasarkan formula Klement et al (2015) yaitu : Koloni per gr = Jumlah koloni percawan x 1/faktor pengenceran (kol/gr)

Tabel 4. 1 Rincian Jumlah Koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada Tanah Rhizosfer Cabai

No	Sampel	<i>Pseudomonas</i>	<i>Lactobacillus</i>
1	B1	1,2 10⁴	2,8 10⁴
2	B2	1,8 10⁴	3,2 10⁴
3	B3	1,9 10⁴	3,6 10⁴
4	B4	2,1 10⁴	3,7 10⁴
5	B5	2,2 10⁴	3,5 10⁴
6	B6	2,0 10⁴	3,4 10⁴
7	C1	6,1 10³	8,1 10⁴
8	C2	6,8 10³	8,5 10⁴
9	C3	7,1 10³	8,8 10⁴
10	C4	7,4 10³	8,7 10⁴
11	D1	8,9 10⁴	7,8 10⁴
12	D2	9,2 10⁴	8,0 10⁴
13	D3	9,5 10⁴	8,2 10⁴
14	D4	9,0 10⁴	7,6 10⁴
15	C5	9,6 10⁴	8,1 10⁴
Bakteri kol/g			

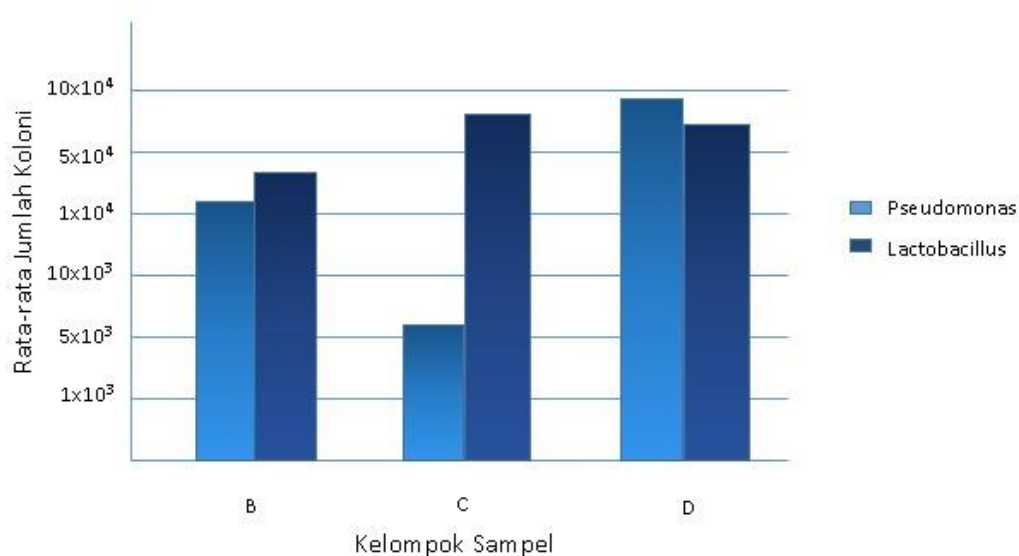
Tabel 4. 2 Rata-rata Jumlah Koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*

No	Sampel	Rata-rata Jumlah Koloni	
		<i>Pseudomonas</i>	<i>Lactobacillus</i>
1	B	1,9x10 ⁴	3,3x10 ⁴
2	C	6,9x10 ³	8,5x10 ⁴
3	D	9,2x10 ⁴	7,9x10 ⁴

Dari tabel diatas dapat diketahui rata-rata koloni dari sampel ketiga wilayah ditemukan jumlah koloni *Pseudomonas sp* yang tertinggi yaitu pada sampel D dengan rata-rata $9,2 \times 10^4$ dan yang paling kecil pada sampel B dengan rata-rata $1,9 \times 10^4$. Pada kelompok sampel C bahwa rentan dari jumlah koloni cukup jauh, yaitu dari yang terkecil $8,9 \times 10^4$ sedangkan yang tertinggi $9,6 \times 10^4$. Begitupun dengan kelompok sampel yang lain rentannya juga hampir sama.

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata koloni dari keempat wilayah sampel ditemukan jumlah koloni *Lactobacillus sp* yang tertinggi yaitu pada sampel C dengan rata-rata $8,5 \times 10^4$ dan yang paling kecil pada sampel B dengan rata-rata $3,3 \times 10^4$. pada kelompok sampel C bahwa rentan dari jumlah koloni cukup jauh, yaitu dari yang terkecil $8,1 \times 10^4$ sedangkan yang tertinggi $8,8 \times 10^4$. Begitupun dengan kelompok sampel yang lain rentannya juga hampir sama. Untuk lebih jelas nya ada pada grafik dibawah ini.

Grafik 4. 1 Grafik perbandingan rata-rata koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*



Dari grafik diatas dapat diketahui terdapat penurunan jumlah koloni secara drastis pada genus *Pseudomonas* dari kelompok sampel B ke C, namun kembali naik pada kelompok sampel D yang kenaikannya melebihi dari kelompok sampel A. Kenaikan jumlah koloni yang tinggi pada kelompok D ini berbanding lurus dengan intensitas pemberian pestisida pada kelompok D yang lebih dari 3 kali dalam seminggu. Namun pada kelompok D terjadi penurunan jumlah koloni dibanding kelompok B yang intensitasnya lebih rendah. Hal ini kemungkinan terjadi dikarenakan perbedaan dalam campuran bahan aktif pada pestisida, yang diduga menghambat pertumbuhan koloni bakteri *Pseudomonas sp.* Karena beberapa bakteri ada yang dapat beradaptasi dengan baik pada beberapa bahan aktif.

Dari grafik diatas dapat diketahui terdapat kenaikan jumlah koloni secara drastis dari kelompok sampel B ke kelompok sampel C, kemudian rata-rata jumlah koloni menurun pada kelompok sampel D. Berbeda dengan jumlah koloni *Pseudomonas*, pada *Lactobacillus* di wilayah C yang dengan intensitas pemberian pestisida 3 kali dalam seminggu mengalami kenaikan jumlah koloni yang tinggi dari wilayah lain. Hal ini diduga karena kedua bakteri ini mempunyai perbedaan dalam toleransinya terhadap beberapa bahan aktif pestisida golongan organofosfat. *Lactobacillus* yang ditemukan di daerah akar tanaman berfungsi melakukan fermentasi bahan organik seperti glukosa, pati dan hemiselulosa menjadi senyawa-senyawa asam organik yang mempunyai berat molekul rendah berupa asam laktat yang mudah diserap tanaman. (Karina, 2017).

Studi yang dilakukan oleh Onwosi dan Odibo (2012) serta Zhang, Mulligan (2005) dan Miller (1994) membuktikan bahwa bakteri dari genus *Pseudomonas* dapat menghasilkan biosurfaktan glikolipid, yaitu rhamnolipid. Bakteri yang dapat menghasilkan rhamnolipid biasanya mampu mendegradasi hidrokarbon, mengikat logam berat di dalam tanah, dan memurnikan minyak di dalam tanah. Beberapa bahan aktif yang termasuk dalam golongan organofosfat seperti diazinon dapat dipecah oleh enzim menjadi senyawa yang lebih kecil, melalui hidrolisis. Berbagai jenis bakteri, termasuk *Anthrobacter*, *Flavobacterium*, dan *Pseudomonas* dapat memecah diazinon (Brown 1988). *Flavobacterium* dapat memecah diazinon secara langsung sebagai sumber energi dan karbon, sedangkan *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, dan *Corynebacter* tidak dapat menggunakan diazinon secara langsung tetapi dapat memecahnya melalui kometabolisme. Mereka menggunakannya setelah dipecah oleh *Streptomyces* dan *Arthrobacter*. Kedua bakteri ini bekerja sama dalam memecah diazinon melalui sinergisme (Kanekar et al 2004). Pada penelitian yang dilakukan oleh Aziz (2014), *Pseudomonas putida* mampu tumbuh pada medium cair yang mengandung 0,5% diazinon sebagai sumber karbon dan energi untuk proses pertumbuhannya dengan waktu generasi (g) masing-masing 5,2 jam dan kecepatan tumbuh (μ) 0,134 jam. *Pseudomonas* ditemukan di air, tanah dan khususnya pada zona rimpang tanaman yang memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Kenneth, 2005).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putra (2007), yang meneliti sesama tanaman hortikultura lain dengan eksplorasi dan identifikasi

mikroba yang diisolasi dari rhizosfer tanaman stroberi. Hasilnya bakteri yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari sampel tanah perakaran stroberi tersebut diantaranya yaitu *Pseudomonas sp.* dan juga bakteri lainnya. Menurut Chakravarty and Kalita (2012) menyatakan bahwa kelompok bakteri *Pseudomonas sp* merupakan bakteri antagonis yang mudah diisolasi dan cenderung mendominasi pada lingkungan rhizosfer, karena bakteri *Pseudomonas sp* sendiri mampu memanfaatkan berbagai senyawa jenis organik maupun anorganik sehingga dapat bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan.

Pseudomonas sp mampu beradaptasi dan mendegradasi bahan aktif dari pestisida. Hasil penelitian Bhagobaty dan Malik (2008) menyebutkan bahwa bakteri *Pseudomonas* dapat tumbuh pada media Insektisida klorpirifos yang termasuk golongan organofosfat pada konsentrasi tertentu 25-300 mg/L. Insektisida klorpirifos konsentrasi 100-200 mg/L adalah konsentrasi optimal, tetapi pada Pada konsentrasi lebih dari 200 mg/L, pertumbuhan menurun drastis. Kumar (2011) Hasil Penelitian *Pseudomonas sp* Secara efektif mengurangi konsentrasi pestisida klorpirifos 62% selama 30 hari di media tanah terkontaminasi dengan insektisida klorpirifos pada 20 ppm. Rokade dan Mali (2013) *Pseudomonas desmoliticum* dapat mengurangi konsentrasi klorpirifos 98% pada media mineral selama 6 hari. Beberapa jenis pestisida organofosfat, seperti diazinon, klorpirifos, etion, paration, fonofos, gusation, dan malation, mudah dihidrolisis oleh mikroorganisme seperti *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Arthrobacter*, karena pestisida ini merupakan sumber karbonnya untuk pertumbuhan (Digrak et al. ., 2009).

1995). Organofosfat hidrolase (OPH) adalah enzim yang mengkatalisis hidrolisis pestisida organofosfat. Organofosfat hidrolase (OPH) adalah enzim intraseluler yang diisolasi dari *Pseudomonas putida*. Enzim ini dapat mendegradasi pestisida organofosfat. Dari penelitian tersebut dapat *Pseudomonas sp* dapat sintas atau beradaptasi dengan baik di lingkungan yang terpapar pestisida organofosfat (Wardani, 2014).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ismiati (2019), yang mengisolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat dari tanah tanaman jenis hortikultura juga yaitu kelapa sawit. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan isolasi bakteri yg diidentifikasi dari sampel tanah kelapa sawit yaitu terdapat 4 genus bakteri, salah satunya Genus *Lactobacillus sp*. *Lactobacillus sp* sendiri termasuk dalam bakteri pelarut fosfat, yang fungsinya melarutkan fosfat dalam tanah sehingga dapat dengan mudah diserap oleh akar tanaman. Selain itu juga *Lactobacillus* berperan pada metabolisme vitamin D memperbaiki pertumbuhan akar tanaman serta meningkatkan serapan hara (Marista, 2013).

Pada penelitian yang dilakukan Rizkiyanti (2020) untuk mengetahui aktifitas *Effective Organisms* (EM) yang terdiri dari beberapa bakteri termasuk *Lactobacillus sp* pada tanah yang terpapar pestisida klorpirifos golongan organofosfat. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa *Lactobacillus* mampu bertahan hidup dan berkembang biak dengan baik pada lingkungan yang terkontaminasi pestisida. *Lactobacillus sp* dapat terus tumbuh tanpa adanya hambatan dari klorpirifos. Hal ini menandakan bahwa *Lactobacillus sp* mampu memanfaatkan insektisida tersebut untuk proses metabolisme. Sampel dengan kadar klorpirifos 0,1 ppm lebih cepat fase pertumbuhannya dibandingkan

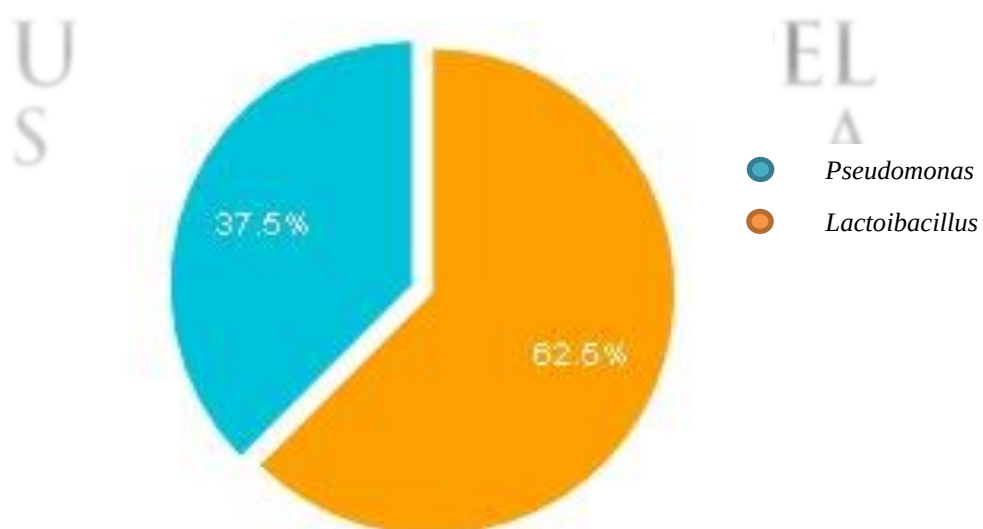
sampel dengan kadar klorpirifos sebesar 0,01 ppm, karena *Lactobacillus* dapat memanfaatkan klorpirifos sebagai sumber karbon. *Lactobacillus sp* termasuk bakteri pelarut fosfat, yaitu bakteri pengurai yang mengkonsumsi senyawa karbon sederhana, seperti eksudat akar dan sisa tanaman. Melalui proses ini, bakteri mengubah energi dalam bahan organik tanah menjadi bentuk yang berguna bagi organisme tanah lainnya dalam rantai makanan tanah. Bakteri ini dapat merekayasa kontaminan tanah untuk mempertahankan nutrisi dalam sel. Pada suhu 30°C - 40°C (bakteri mesofilik), kadar salinitas tanah < 0,85% dan kondisi aerasi tanah baik dan respon tanah yang mendukung aktivitas bakteri tersebut berada pada pH 4-5. Diduga bakteri *Lactobacillus sp* dapat bertahan hidup dan berkembang biak pada lingkungan yang terpapar pestisida karena golongan organofosfat mengandung molekul-molekul fosfat sehingga dapat didegradasi dan sebagai penunjang sistem metabolisme bagi *Lactobacillus sp* (Hidayanto dan Herria, 2007).

Penggunaan pestisida jenis organofosfat dengan merk dagang Fyfanon 440 EW pada sampel mengalami perbedaan jumlah koloni pada genus *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*. Sampel C pada *Pseudomonas* merupakan wilayah yang tanahnya pH asam yaitu 4,5, sedangkan pada sampel B pHnya 4, dan pada sampel D pHnya 5. Hal ini yang memungkinkan pada sampel C jumlah koloni genus *Pseudomonas* menurun drastis, karena genus *Pseudomonas* tumbuh lebih baik pada pH 5-9. Namun pada sampel C genus *Lactobacillus* mengalami kenaikan karena *Lactobacillus* tumbuh baik pada pH asam. Desa Kebonrejo termasuk desa yang terletak paling dekat dengan Gunung Kelud, sehingga tanahnya kering karena terkena material vulkanik dari

Gunung Kelud. Tanah yang terkena debu vulkanik, lahar, dan awan panas dapat merusak tanaman dan tanah yang dilewati oleh lahar tersebut, tetapi material gunung berapi yang dikeluarkan memiliki mineral penyubur tanah yang sangat tinggi. Pada tanah yang terkena erupsi gunung berapi, pH memberikan dampak secara langsung karena debu vulkanik dapat menyebabkan pH tanah yang netral turun menjadi 4,3. Karena tanah tersebut terjadi perubahan pH menjadi asam, maka unsur hara, mikroorganisme, zat organik yang terdapat didalam tanah menjadi berubah. (McCauley, 2017).

Faktor lain yang diduga menyebabkan perbedaan jumlah koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*, yaitu dikarenakan terdapat mikroorganisme lain pada daerah rhizosfer yang dapat mengganggu pertumbuhan bakteri genus *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* serta mengambil sumber nutrient dari *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*, sehingga menghambat pertumbuhannya. (Suriani, 2013)

Grafik 4. 2 Diagram presentase perbandingan jumlah koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* pada Tanah Rhizosfer Cabai



Pada diagram diatas menunjukkan presentase dari perbandingan rata-rata jumlah koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*. Genus *Pseudomonas* lebih kecil rata-rata jumlah koloni yaitu 37,5%, sedangkan pada genus *Lactobacillus* lebih besar yaitu 62,5%. Adapun untuk perbandingannya yaitu 3:5, *Pseudomonas* 3 dan *Lactobacillus* 5. Angka perbandingan didapat dengan menjumlahkan rata-rata jumlah koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* kemudian disederhanakan dengan pembagian yang sama dan didapatkan angka 3:5.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari pembahasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Terdapat bakteri *Lactobacillus* dan *Pseudomonas* sampel tanah rhizosfer dari ladang cabai yang terpapar pestisida organofosfat, dengan karakteristik koloni yang ditemukan hamoir sama dengan ciri-ciri dan sifat dari bakteri genus *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*.
2. Perbandingan jumlah koloni bakteri *Pseudomonas* dan *Lactobacillus* yaitu 3:5. Rata-rata jumlah koloni *Lactobacillus* lebih banyak dari pada *Pseudomonas*, peneliti menduga hal ini terjadi karena perbedaan respon terhadap bahan aktif pestisida, namun terlepas dari itu populasi kedua bakteri masih terbilang banyak pada tanah akar cabai merah besar yang terkontaminasi pestisida organofosfat. Kemungkinan kedua bakteri tersebut telah sintas atau sudah bisa beradaptasi dengan kondisi tanah berpestisida dan menggunakan bahan aktif dari pestisida sebagai metabolismenya. Perbedaan nilai pH pada tanah sampel B,C,D juga diduga mempengaruhi pertumbuhan bakteri serta mikroorganisme lain yang mengambil nutrient dan menghambat pertumbuhan koloni *Pseudomonas* dan *Lactobacillus*.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih mendalam agar mendapatkan hasil yang maksimal untuk mengetahui bakteri tersebut sampai ke tingkat spesies karena pada penelitian ini hanya sampai genus, serta meneliti bakteri lainnya yang ada pada sampel. Kemudian juga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk

mengetahui secara spesifik bahan aktif apa saja yang dapat ditoleransi oleh *Lactobacillus* sp dan *Pseudomonas* sp, sehingga kedua bakteri ini dapat tumbuh dan berkembang.



DAFTAR PUSTAKA

- Adryan, A., Widyastuti, R., & Djajakirana, G. 2017. Isolasi Dan Identifikasi Mikroba Tanah Pendegradasi Selulosa Dan Pektin Dari Rhizosfer *Aquilaria malaccensis* Isolation and Identification of Cellulose and Pectin-Degrading Soil Microbes from Rhizosphere of *Aquilaria malaccensis*. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1 (1). 58-64
- Al- Mahalli, Imam Jalaluddin dan as-Suyuti. 2007. *Tafsir Jalalain. Terj. Bahrin Abubakar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Aziz, M. W., Sabit, H., & Tawakkol, W. 2014. Biodegradation of malathion by *Pseudomonas* spp. and *Bacillus* spp. isolated from polluted sites in Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 14(9), 855-862.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. *Produksi Cabe Besar Menurut Provinsi*. Jakarta : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Bhagobaty, R.K., dan A. Malik. 2008. Utilization of Chlorpyrifos as a Sources of Carbon by Bacteria Isolated from Wastewater Irrigated Agricultural Soils in an Industrial Area of Western Uttar Pradesh, India. *Research Journal of Microbiology*, 3 (5):293-307
- Brooks, et al (2013) *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg, EGC*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Brown, J. S. 1988. Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behavioral ecology and sociobiology*, 22(1), 37-47.
- Chang, S. T. and Miles, P. G. (2004) *Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact: Second edition, Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. doi: 10.1663/0013-0001(2005)059[0310:dfabre]2.0.co;2.
- Dadang, I. (2006) 'Pengenalan Pestisida dan Teknik Aplikasi', *Pengenalan Pestisida dan Teknik Aplikasi*, pp. 5–6.
- Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai*. Gramedia : Jakarta.
- Digrak, M., S. Ozcelik, dan S. Celik. 1995. Degradation of ethion and methidathion by some microorganisms. *Prosiding of 35th IUPAC Congress*, Istanbul. 14: 19-84.
- Djojosumarto, P. 2008. Panduan lengkap pestisida & aplikasinya. Agromedia.
- Fiantis, D. (2017) *Morfologi dan Klasifikasi Tanah, MORFOLOGI DAN KLASIFIKASI TANAH*. doi: 10.25077/car.4.2.
- Dewi, N. (2015). Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang terhadap Cendawan Patogen *Thizoctonia solani*. *Doctoral dissertation*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Firmansyah, M. A. et al. (2014) 'Karakterisasi Populasi dan Potensi Cacing Tanah Untuk Pakan Ternak dari Tepi Sungai Kahayan dan Barito [Characterization of Population and Potential of Earthworm for Animal Feed from Riverside Kahayan and Barito]', *Berita Biologi*, 13(3), p. 9.
- Fitriadi, B. R. and Putri, A. C. (2016) 'Metode-Metode Pengurangan Residu Pestisida pada Hasil Pertanian', *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*. doi: 10.23955/rkl.v11i2.4950.
- Gargi, C., & Kalita, M. C. 2012. Biocontrol potential of *Pseudomonas fluorescens* against bacterial wilt of brinjal and its possible plant growth promoting effects. *Annals of Biological Research*, 3(11), 5083-5094.
- Gunawan, A. W. (2008) 'Usaha Pembibitan Jamur'. Jakarta: Penebar Swadaya, p. 112.

- Harpenas, Asep & R. Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya : Jakarta
- Harni, R., Supramana., M. S. Sinaga, Giyanto, dan Supriadi. 2012. *Mekanisme Bakteri Endofit Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus brachyurus* pada Tanaman Nilam*. *Bul. Littro*, Vol. 23 No. 1 102-114
- Hartini, E. (2014) 'Kontaminasi Residu Pestisida Dalam Buah Melon (Studi Kasus Pada Petani Di Kecamatan Penawangan)', *KESMAS - Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), pp. 96–102. doi: 10.15294/kemas.v10i1.3075.
- Hayati, S. N. *et al.* (2011) 'PROFIL ASAM AMINO EKSTRAK CACING TANAH (*LUMBRICUS RUBELLUS*) TERENKAPSULASI DENGAN METODE SPRAY DRYING', *Jurnal teknologi Indonesia*.
- Hasibuan, R. 2015. *Insektisida Organik Sintetik DAN Biorasional*. Bandar Lampung: Plantaxia.
- Hendariani, E. (2014) 'Identifikasi Residu Pestisida Klorpirifos Dalam Sayuran Kol Mentah Dan Kol Siap Santap', *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. doi: 10.30597/MKMI.V10I3.489.
- Herlinda, S., Waluyo, W., Estuningsih, S. P., & Irsan, C. 2008. Perbandingan keanekaragaman spesies dan kelimpahan arthropoda predator penghuni tanah di sawah lebak yang diaplikasi dan tanpa aplikasi insektisida. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 5(2), 96-96.
- Hernanda, A. T. 2010. *Budidaya cabai merah keriting (capsicum annum l) di Tawangmangu*. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Holt, J.G. 1994. *Bergey's manual of determinative bacteriology 9th Edition*. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore.
- Indraningsih and Sani, Y. (2004) 'Residu Pestisida pada Produk Sapi : Masalah dan Alternatif Penanggulangannya', *Wartazoa*.
- Irianto, I. K. 2013. Peranan effective microorganism 4 (em-4) dalam pengelolaan sampah tinjauan dari perspektif pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.
- Ismail YS, Cut Yulvizar, Putriani. 2017. Isolasi, Karakteristik dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*). *Bioleuser*, 1(2):45-53.
- Kanekar, P., Bhadbhade, B., Deshpandey, N.M. and Sarnaik, S.S. 2004. Biodegradation of organophosphorus pesticides. *Proceedings of Indian National Science Academy*. 70(1): 57–70.
- Karina, R. P. 2017. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Asal Kolon Kelinci (*Oryctolagus Cuniculus*) Sebagai Kandidat Probiotik*. *Doctoral dissertation*. Universitas Brawijaya.
- Kepala Badan Litbang Pertanian (2018) *Rencana Strategis Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2015-2019*, *Badan Litbang Pertanian*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Klement, Z., Rudolph, K., Sands D.C. 2015. *Methods in Phytobacteriology*. Abe Books. Sands D.C.
- Krisnandika, A. K., Widajati, E., & Nawangsih, A. A. 2017. Pemanfaatan bakteri *Pseudomonas Fluorescens* Rh4003 dan asam askorbat untuk mempertahankan viabilitas benih padi hibrida. *Buletin Agrohorti*, 5(2), 205-212.
- Kumar, S. 2011. Bioremediation Of Chlorpyrifos By Bacteria Isolated From The Cultivated Soils. *Journal of Pharma and Bio Science* 02 (3):359-366
- Larasati, E. D., Rukmi, M. I., Kusdiyantini, E., & Ginting, R. C. B. 2018. *Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat dari tanah gambut*. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 1-8.
- Lantang, Daniel and Runtuboi, D. Y. R. (2012) 'Karakterisasi Bakteri *Bacillus thuringiensis*

- asal Hutan Lindung Kampus Uncen Jayapura, serta Deteksi Toksisitasnya terhadap Larva Nyamuk *Anopheles*', *JURNAL BIOLOGI PAPUA*.
- Mulligan, C. N. 2005. *Environmental applications for biosurfactants*. Environmental pollution, 133(2), 183-198.
- Marbun, L. H., Nurmaini and Ashar, T. (2015) 'Analisis Kadar Residu Pestisida Organofosfat pada Sayuran serta Tingkat Perilaku Konsumen Terhadap Sayuran yang Beredar di Pasar Tradisional Pringgane Kecamatan Medan Baru Tahun 2015', *Kesehatan Lingkungan*, 30(6), pp. 372–377. doi: 10.3969/j.issn.1002-5006.2015.06.006.
- Marista, E., Khotimah, S., & Linda, R. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *Protobiont*, 2(2), 93–101.
- Munarso, S. J. and Miskiyah (2009) 'Kontaminasi Residu Pestisida Pada Cabai Merah, Selada, Dan Bawang Merah (Studi Kasus Di Bandungan Dan Brebes Jawa Tengah Serta Cianjur Jawa Barat)', *Jurnal Hortikultura*. doi: 10.21082/jhort.v19n1.2009.p.
- Mutabaruka, R., Hairiah, K. and Cadisch, G. (2007) 'Microbial degradation of hydrolysable and condensed tannin polyphenol-protein complexes in soils from different land-use histories', *Soil Biology and Biochemistry*. doi: 10.1016/j.soilbio.2006.12.036.
- Narwanti, I., Sugiharto, E. and Anwar, C. (2013) 'Residu Pestisida Aldrin dan Dieldrin pada Sampel Tanah dan Air di Desa Srigading Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul', *Pharmaciana*. doi: 10.12928/pharmaciana.v3i2.427.
- Nazir (2004) 'Metode Penelitian', *Metode penelitian*.
- Njira, K. O. W. and Nabwami, J. (2013) 'Soil management practices that improve soil health: elucidating their implications on biological indicators.', *Journal of Animal and Plant Sciences (JAPS)*.
- Nurhamidah, N., Elvia, R., Handayani, D., Amida, N., & Palenti, C. D. (2020). Pemberdayaan kelompok tani melalui pembuatan bioenergi pertanian dari limbah batang pisang. *JPPM (Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat)*. 7(2).
- Onwosi, C. O., & Odibo, F. J. C. 2012. Effects of carbon and nitrogen sources on rhamnolipid biosurfactant production by *Pseudomonas nitroreducens* isolated from soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(3), 937-942.
- Prijanto, Teguh Budi. 2009. *Analisis faktor risiko keracunan pestisida organofosfat pada keluarga petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang* (Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro).
- Rahayu, E. (2014) 'Pengaruh Teknik Konservasi Secar Vegetatif Terhadap Erosi Tanah pada Budidaya Kentang (*Solanum tuberosum*) dan Kubis (*Brassica oleracea*) di Desa Kasimpar, DAS Serayu Hulu', *Tesis, [Yogyakarta] : Universitas Gadjah Mada, 2014*.
- Rahmansyah, M. and Sulistinah, N. (2009) 'Performa Bakteri pada Tanah Tercemar Pestisida', *Berita Biologi*.
- Retnaningsih, D. 2007. Analisis preferensi petani terhadap fungisida amistar top PT. Syngenta : studi kasus di Desa Kebon Rejo, Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri. Sarjana thesis. Universitas Brawijaya.
- Rizkiyanti, D., Wirajana, I. N., & Suyasa, I. W. 2020. Aktivitas Effective Microorganisms (Em) Dalam Tanah Pertanian Organik Yang Terpapar Klorpirifos. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 126-133.
- Rokade, K. B and G.V. Mali. 2013. Biodegradation of chlorpyrifos by *Pseudomonas desmolyticum* NCIM 2112. *Journal of Pharma and Bio Sciences* 4(2): (B) 609 - 616

- Rustia, H. N. *et al.* (2010) 'Lama Pajana Organosfosfat Terhadap Aktivitas Enzim Kolinesterase Dalam Darah Petani Sayuran', *Makara Kesehatan*.
- Saptana, Zakaria Ak, Purwatini Tb, Muslim C, Sunarsih, Rachmita AR. 2017. Analisis Manajemen Rantai Pasok Komoditas Cabai Di Lahan Kering. Bogor : Pusat Sosial dan Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Saraswati, R., Santosa, E. and Yuniarti, E. (2009) 'Organisme Perombak Bahan Organik', *Organic and Biofertilizers*.
- Setiawan, R. (2012) 'Pemberian Berbagai Konsentrasi Tepung Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk Mengendalikan Hama Rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera : Rhinotermitidae) di Laboratorium', *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 4(2), pp. 144–160.
- Singh, B. K. and Walker, A. (2006) 'Microbial degradation of organophosphorus compounds', *FEMS Microbiology Reviews*. doi: 10.1111/j.1574-6976.2006.00018.x.
- Subandi. 2014. Mikrobiologi: *Perkembangan kajian, dan Pengamatan dalam Perspektif Islam*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sugiharyanto, S. (2017) 'Kelayakan Wilayah Perbukitan Jiwo Sebagai Laboratorium Alam untuk Praktik Kerja Lapangan Geografi Fisik Mahasiswa Jurusan Pendidikan Geografi', *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*. doi: 10.21831/gm.v5i1.14198.
- Sulistinah, N. (2011) 'Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Pola Populasi Bakteri dan Fungi Tanah di Rumahkaca', 12(1), pp. 43–53.
- Sulistiyono, L. (2012) 'Kajia Penggunaan Pestisida pada Budidaya Tanaman Sayuran oleh Petani SLPHT dan NON-SLPHT di Provinsi Jawa Timur', 72, pp. 90–92. doi: 10.20555/kokugoka.72.0_90.
- Suntoro, A. *et al.* (2007) 'Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis', *Jurnal Lingkar Widyaishwara*. doi: 10.1016/0364-6408(92)90034-P.
- Suriani, S., Soemarno, S., & Suharjono, S. 2013. Pengaruh Suhu & pH Terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* Yang Diisolasi Dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen Di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development*, 4(1).
- Suyono, Y., & Salahudin, F. 2011. Identification and Characterization bacteria *Pseudomonas* on Metal Contaminated Soil indicated. *Biopropal Industri*, 2(2).
- Tjahjadi, N. 1991. *Bertanam Cabai*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Widayati, Sri dkk. 2009. *Biologi SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Wardani, K. K., Prasetyawan, S., & Mahdi, C. 2014. Karakterisasi Enzim Organofosfat Hidrolase (Oph) Dari *Pseudomonas Putida* Pada Substrat Klorpirifos Dan Profenofos. *Doctoral dissertation*. Brawijaya University.
- Warino, J. *et al.* (2017) 'Keanekaragaman dan kelimpahan Collembola pada perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Bajubang, Jambi', *Jurnal Entomologi Indonesia*, 14(2), pp. 51–57. doi: 10.5994/jei.14.2.51.
- Widowati, T. W., Hamzah, B., Wijaya, A., & Pambayun, R. 2014. Sifat Antagonistik *Lactobacillus* sp B441 dan II442 asal Tempoyak terhadap *Staphylococcus aureus*. *Agritech*, 34(4), 430-438.
- Yuantari, M. G. C., Widiarnako, B. and Sunoko, H. R. (2013) *Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan)*, *Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013*.
- Yulipriyanto, H. (2009) 'Suatu Kajian Struktur Komunitas Cacing Tanah Di Lahan', 65(4), pp.

- 68–72. doi: 10.1016/j.biopsycho.2008.08.029.Deep.
- Zhang, Y., & Miller, R. M. 1994. *Effect of a Pseudomonas rhamnolipid biosurfactant on cell hydrophobicity and biodegradation of octadecane*. Applied and environmental microbiology, 60(6), 2101-2106.
- Zhenita, V.T.H. 2011. Keefektifan bakteri endofit dan plant growth promoting Rhizobacteria dalam menekan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tomat.

