

**PENGARUH WAKTU PEMBERIAN PUPUK KANDANG
TERHADAP PERANAN *Bacillus subtilis* DALAM
PENGENDALIAN TuMV (*Turnip Mosaic Virus*),
PERTUMBUHAN, DAN PRODUKSI TANAMAN SAWI
(*Brassica juncea* L.)**

Oleh
ANISA KAERANI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**PENGARUH WAKTU PEMBERIAN PUPUK KANDANG
TERHADAP PERANAN *Bacillus subtilis* DALAM
PENGENDALIAN TuMV (*Turnip Mosaic Virus*),
PERTUMBUHAN, DAN PRODUKSI TANAMAN SAWI
(*Brassica juncea* L.)**

OLEH

ANISA KAERANI

145040200111032

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

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

FAKULTAS PERTANIAN

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2018

Anisa Kaerani



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Peranan *Bacillus subtilis* Dalam Pengendalian TuMV (*Turnip Mosaik Virus*), Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Nama Mahasiswa : Anisa Kaerani

NIM : 145040200111032

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 002

Fery Abdul Choliq, SP., Mp., MSc.
NIK. 201503 860523 1 001

Diketahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,



Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 19521028 197903 1 003

Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.
NIK. 201503 860523 1 001

Penguji III,

Penguji IV,



Dr. Ir. Mintarto Mrtosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580298 198212 1001

Tanggal Lulus: **02 AUG 2018**



RINGKASAN

Anisa Kaerani. 145040200111032. Pengaruh Waktu Pemberian Pupuk Kandang terhadap Peranan *Bacillus subtilis* dalam Pengendalian *Turnip Mosaic Virus* (TuMV), Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc.

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran dari suku kubis-kubisan (*Brassicaceae*). Produksi tanaman sawi di Indonesia tahun 2014 mencapai 602.468 ton. Akan tetapi pada tahun 2015 produksi sawi mengalami penurunan, hasil produksinya hanya mencapai 600.200 ton. (BPS, 2017). Natasha, (2013) menyebutkan bahwa proses budidaya tanaman sawi mengalami penurunan karena adanya serangan penyakit, salah satunya virus, yaitu *Turnip Mosaic Virus* (TuMV) yang merupakan salah satu virus yang menyerang tanaman sawi.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Dengan Faktor waktu aplikasi pupuk kandang kotoran kambing yaitu Aplikasi pupuk Saat Tanam, Aplikasi pupuk 3 minggu sebelum tanam, Aplikasi pupuk 2 minggu sebelum tanam, Aplikasi pupuk 1 minggu sebelum tanam, Aplikasi pupuk 1 minggu setelah tanam, Aplikasi pupuk 2 minggu setelah tanam. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga didapatkan 24 unit percobaan. Data dianalisis menggunakan uji F taraf kesalahan 5% dan apabila berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Waktu aplikasi pupuk kandang yang berbeda dapat mempengaruhi kerja PGPR *Bacillus subtilis* dalam pengendalian TuMV, pertumbuhan dan produksi tanaman sawi, dimana untuk tinggi tanaman, intensitas serangan penyakit serta masa inkubasi perlakuan pemberian pupuk 2 minggu setelah tanam merupakan waktu aplikasi pupuk terbaik pada ketiga variabel tersebut, sedangkan untuk jumlah daun waktu pemberian pupuk 2 minggu sebelum tanam menjadi perlakuan yang memiliki rata – rata jumlah daun terbanyak, sedangkan untuk bobot basah dari keenam perlakuan tidak berpengaruh, dengan perbedaan waktu aplikasi pupuk kandang pada penelitian ini hasil yang di dapatkan juga berbeda- beda antar perlakuan pada tiap variabel yang berbeda.

SUMMARY

Anisa Kaerani. 145040200111032. The Influence of Manure Applying Time to The Role of *Bacillus subtilis* in Control *turnip mosaic virus* (TuMV), growth, and Production of Mustard Plant (*Brassica juncea L.*). Supervised by Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. and Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.

Mustard (*Brassica juncea L.*) is one of the vegetables in *Brassicaceae*. The production of Mustard in Indonesia in 2014 achieve 602,468 tons. However, in 2015 the production was decreased, the result of production reach only 600,200 tons (Central Berau of Statistic, 2017). Natasha, *et al.*, (2013) mentioned that cultivation process of mustard decreased because of disease attack, one of them was virus, that *turnip mosaic virus* (TuMV) which is one of the virus that attack mustard.

The research methods using complete randomized design. With the factors of time applications of goat dropping manure that were the manure application when planting, manure applications 3 weeks before planting, manure applications 2 weeks before planting, manure applications 1 week planting, manure applications 1 week after planting, manure applications 2 weeks after planting. Each treatment repeated as much as four times so obtained 24 units experiment. The data were analyzed using F test, 5% error level and if significantly different, continuing with smallest different real test at 5% error level.

The results of the research showed that the differenced of manure time applications may affect the work of PGPR *Bacillus subtilis* in TuMV control, growth and production of mustard plant, where to plant height, the intensity of disease attack and incubation period of manure treatment 2 weeks after planting was the best manure application time in these third variables, while, for a number of leaf in manure application 2 weeks before planting being a treatment that has the most average number of leaf, while for the weight wet of the sixth treatment there were no effect, with the difference time of manure applications in this research the results that gets also different between treatment on each different variable.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Peranan *Bacillus Subtilis* Dalam Pengendalian Tumv (*Turnip Mosaic Virus*), Pertumbuhan, Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)”. Selama pengerjaan skripsi ini berlangsung, tidak lepas dari bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS selaku pembimbing utama skripsi dan Bapak Fery Abdul Choliq, SP., Mp., MSc. selaku pembimbing pendamping skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
3. Keduaorang tua saya Bapak Maridjo dan Ibu Yatiniati yang memberikan motivasiserta dukungan serta adik saya Uus Syaifudin yang terus memberikan motivasi.
4. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan membantu penulis yang tidak disebutkan satu-persatu.

Semoga skripsi ini memberi manfaat bagi seluruh pembaca yang membutuhkan informasi mengenai “Pengaruh Waktu Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Peranan *Bacillus Subtilis* Dalam Pengendalian Tumv (*Turnip Mosaic Virus*), Pertumbuhan, Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)”

Malang, Agustus 2018

Anisa Kaerani

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Madiun pada tanggal 13 Oktober 1995 sebagai putri pertama dari bapak Ir. Maridjo dan Ibu Yatiniati. Penulis memiliki satu saudara laki-laki bernama Uus Syaifudin.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN Plimpungrejo 01 pada tahun ajaran 2002-2008. Penulis melanjutkan jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Wonoasri pada tahun 2008-2011 kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Mejayan pada tahun 2011-2014, Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata I Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan pada tahun 2016 penulis terdaftar pada minat Hama Penyakit Tumbuhan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Fisiologi Tumbuhan, Asisten Manajemen Agroekosistem Aspek Hama dan Penyakit Tumbuhan, Asisten Praktikum Hama dan Penyakit Penting Tumbuhan, Asisten Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu, dan Asisten Pertanian Berlanjut Aspek Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penulis pernah melakukan kegiatan magang di Balai Karantina Pertanian Kelas II Yogyakarta.

Penulis aktif berorganisasi pada *Center for Agriculture Development Studies* (CADS) periode 2014/2015 sebagai anggota Penelitian, Pengembangan, dan Pembinaan Anggota, periode 2015/2016 sebagai Kepala Departemen Kewirausahaan, Unit Kegiatan Mahasiswa Tim Penanggulangan dan Penyalahgunaan NAPZA dan HIV AIDS periode 2015/2016 sebagai anggota Internal, periode 2016/2017 sebagai Bendahara Umum. Penulis pernah menjadi pemateri dalam acara Pengabdian Masyarakat oleh Himpunan Ilmu Pemerintahan Fakultas Ilmu Sosial dan Politik Universitas Brawijaya pada tahun 2017. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan yaitu sebagai anggota Hubungan Masyarakat PRISMA 5, Bendahara Pelaksana Malam Renungan AIDS Nasional 2016, anggota Hubungan Masyarakat Studi Lapang *Center for Agriculture Development Studies* (CADS) 2016.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------------------------------|
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| RIWAYAT HIDUP | iv |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR TABEL | iii |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| I. PENDAHULUAN | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1 Latar Belakang | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2 Rumusan Masalah | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3 Tujuan Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 1.4 Hipotesis Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 1.5 Manfaat Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1 Morfologi Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3 TuMV (<i>Turnip Mosaik Virus</i>) | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4 <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.6 Pupuk Kandang Kotoran Kambing | Error! Bookmark not defined. |
| III. METODE PELAKSANAAN | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1 Waktu dan Tempat | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2 Alat dan Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3 Metode Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5 Analisis Data | Error! Bookmark not defined. |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1 Gejala Pada Tanaman Indikator | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2 Masa Inkubasi Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 4.3 Intensitas Serangan Penyakit Pada Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 4.4 Tinggi Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 4.5 Jumlah Daun Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 4.6 Bobot Basah Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 4.7 Pertumbuhan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> pada Tanaman Sawi | Error! Bookmark not defined. |
| 4.8 Pembahasan Umum | Error! Bookmark not defined. |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1 Kesimpulan | Error! Bookmark not defined. |
| 5.2 Saran | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR PUSTAKA | Error! Bookmark not defined. |
| LAMPIRAN | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Kandungan Hara Pupuk Kandang | 11 |
| 2. | Perlakuan Aplikasi Pupuk Kandang | 12 |
| 3. | Skala Nilai Serangan Penyakit | 16 |
| 4. | Masa Inkubasi dan Gejala pada Tanaman Indikator. | 18 |
| 5. | Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Masa Inkubasi Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV | 20 |
| 6. | Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV | 22 |
| 7. | Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Tinggi Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV | 24 |
| 8. | Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Jumlah Daun Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV | 26 |
| 9. | Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Bobot Basah Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV | 28 |
| 10. | Pertumbuhan Bakteri <i>Basillus subtilis</i> pada Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV. | 30 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Gambar Kenampakkan Mikroskopis..... | 5 |
| 2. | Gejala Serangan TuMV pada Tanaman, a) Mosaik Ringan Disertai <i>Vein Clearing</i> ; b) Melepuh; c) Malformasi; dan d) Kerdil | 6 |
| 3. | Gejala Infeksi TuMV pada Tanaman Indikator, a) <i>G. globosa</i> (Mosaik dan Malformasi); b) <i>C. amaranticolor</i> (Lesio Lokal)..... | 19 |
| 4. | Gejala TuMV pada Tanaman Sawi, a) Daun Sehat; b) Mosaik; c) Klorosis | 21 |
| 5. | Rerata Intensitas Penyakit Mosaik TuMV dari Empat Minggu Pengamatan | 22 |
| 6. | Rerata Tinggi Tanaman Sawi Dari Empat Minggu Pengamatan | 25 |
| 7. | Rerata Jumlah Daun Tanaman Sawi dari Empat Minggu Pengamatan | 25 |
| 8. | Hasil Panen Tanaman Sawi..... | 28 |
| 9. | Bakteri <i>B. Subtilis</i> , a) Kerapatan Makroskopis; b) Kerapatan Mikroskopis..... | 30 |



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran dari suku kubis-kubisan (*Brassicaceae*). Produksi tanaman sawi di Indonesia tahun 2014 mencapai 602,468 ton. Akan tetapi pada tahun 2015 produksi sawi mengalami penurunan, hasil produksinya hanya mencapai 600.200 ton (Badan Pusat Statistik, 2017). menyebutkan bahwa proses budidaya tanaman sawi mengalami penurunan karena adanya serangan penyakit, salah satunya *Turnip Mosaic Virus* (TuMV) yang merupakan salah satu virus yang menyerang tanaman sawi (Natasha, 2013). Pada tanaman sawi, TuMV memiliki gejala mosaik ringan, tetapi kebanyakan tanaman sakit memperlihatkan gejala mosaik berat hijau kekuningan pada daun disertai gejala *vein clearing*, melepuh (*blister*), dan perubahan bentuk atau malformasi (Firdaus, 2009).

Kotoran kambing mengandung bahan organik yang dapat menyediakan zat hara bagi tanaman melalui proses (dekomposisi), proses ini terjadi secara bertahap dengan melepaskan bahan organik yang sederhana untuk pertumbuhan tanaman (Charta, 2009). Proses ini terjadi secara bertahap dengan melepaskan bahan organik yang sederhana untuk pertumbuhan tanaman. Feses kambing mengandung sedikit air sehingga mudah terurai. Kotoran kambing memiliki kandungan unsur hara relatif lebih seimbang di dibandingkan pupuk alam lainnya karena kotoran kambing bercampur dengan air seninya (mengandung unsur hara), hal tersebut biasanya tidak terjadi pada jenis pupuk kandang lain seperti kotoran sapi Rochifah, (2015), akan tetapi pupuk kandang bersifat *slow release*, sehingga diperlukannya penambahan bahan organik lain yang dapat memacu pertumbuhan tanaman sawi.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang menguntungkan. PGPR merupakan golongan bakteri yang hidup dan berkembang dengan baik pada tanah yang kaya akan bahan organik (Compant *et al.*, 2005). Bakteri ini aktif mengkolonisasi di daerah akar tanaman serta memiliki 3 peran utama bagi tanaman yaitu: 1) sebagai biofertilizer, PGPR mampu mempercepat proses pertumbuhan tanaman melalui percepatan, penyerapan unsure hara, 2) sebagai biostimulan, PGPR dapat memacu

pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon dan 3) sebagai bioprotektan, PGPR melindungi tanaman dari patogen (Rai, 2006).

Pemberian PGPR dengan dosis 30 ml dan pupuk organik 20 ton/ha menghasilkan produksi yang lebih tinggi di banding tanpa PGPR dan pupuk organik (Ginting, 2016). Pemberian pupuk biologi (PGPR) dengan disertai penambahan pupuk organik (kompos) maupun anorganik (NPK) dapat lebih efektif dalam meningkatkan kinerja pupuk biologi (PGPR) untuk memacu pertumbuhan dan produksi tanaman (Hanim *et al.*, 2007).

Menurut Dewi, (2016) Kandungan unsur hara pada pupuk kandang kambing tidak terlalu tinggi tetapi mempunyai keistimewaan lain yaitu mampu mengembangkan kehidupan jasad renik (mikroorganisme) di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi waktu pemberian pupuk kandang kotoran kambing dan PGPR terhadap serangan virus TuMV, pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah waktu aplikasi pupuk kandang kotoran kambing yang berbeda mempengaruhi peran PGPR *Bacillus subtilis* dalam pengendalian TuMV?
2. Apakah perlakuan waktu pemberian pupuk kandang kotoran kambing berpengaruh terhadap pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui waktu aplikasi pupuk kandang kotoran kambing yang berbeda mempengaruhi peran PGPR *Bacillus subtilis* dalam pengendalian TuMV.
2. Mengetahui perlakuan waktu pemberian pupuk kandang kotoran kambing berpengaruh terhadap pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah:

1. Waktu aplikasi pupuk kandang kotoran kambing yang berbeda mempengaruhi peran PGPR *Bacillus subtilis* dalam pengendalian TuMV
2. Perlakuan waktu pemberian pupuk kandang kotoran kambing berpengaruh terhadap pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu aplikasi pupuk kandang kotoran kambing dan PGPR *Basillus subtilis* terhadap pengendalian TuMV, pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Tanaman Sawi

Sawi Hijau merupakan tanaman semusim dan bentuknya yang hampir menyerupai caisin (Ambarita *et al.*, 2014). Tanaman sawi termasuk ke dalam Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Kelas: Dicotyledonae, Ordo: Papavorales, Famili: Brassicaceae, Genus: Brassica, dan Spesies: *Brassica juncea* L. (Margiyanto, 2005). Tanaman sawi tergabung dalam famili Cruciferae (*Brassica*) yang merupakan satu famili dengan kubis-*crop*, bunga kubis, brokoli, dan lobak. Oleh karena itu tanaman sawi memiliki sifat morfologis yang hampir sama terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah (polong), maupun bijinya (Rukmana, 2002).

Sawi hijau termasuk jenis tanaman sayuran dan tergolong ke dalam tanaman semusim (berumur pendek). Tanaman ini terbagi menjadi 3 bagian tubuh yaitu daun, akar, dan batang. Masing-masing bagian tubuh tanaman tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Daun

Daun tanaman sawi hijau berbentuk bulat dan lonjong, lebar dan sempit, ada yang berkerut-kerut (keriting), tidak berbulu, berwarna hijau muda, hijau keputih-putihan, sampai hijau tua. Daun memiliki tangkai daun panjang dan pendek, sempit atau lebar berwarna putih sampai hijau, bersifat kuat dan halus. Pelepah muda tetapi tetap membuka. Daun memiliki tulang-tulang daun yang menyirip dan bercabang-cabang. (Prakoso, 2016).

2. Akar

Tanaman sawi memiliki sistem perakaran akar tunggang dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain menghisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Heru dan Yovita, 2003).

3. Batang

Batang tanaman sawi pendek sekali dan beruas-ruas sehingga hampir tidak terlihat. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun, batang

sawi memiliki ukuran yang lebih langsing dari tanaman petsai (Heru dan Yovita, 2003).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi

Sawi hijau bukan merupakan tanaman asli Indonesia, akan tetapi keadaan alam Indonesia dengan iklim, cuaca serta keadaan dan sifat tanah memungkinkan untuk dikembangkan dengan baik. Tanaman sawi hijau dapat tumbuh di tempat yang berhawa panas maupun hawa dingin, tetapi dapat tumbuh dengan baik dengan iklim yang kering pada suhu 15-20°C dan ketinggian 5-1.200 m dpl.

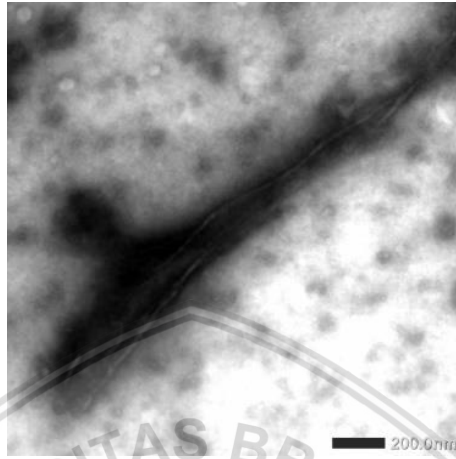
Tanah yang baik untuk ditanami sawi hijau adalah tanah gembur, banyak mengandung humus dan kaya akan bahan organik, jenis tanah andosol dan regosol, memiliki pembuangan air yang baik dengan derajat keasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya berkisar antara 6-7 (Nurhayati, 1986). Tanaman ini memerlukan kondisi lingkungan yang sejuk, sehingga akan lebih baik tumbuh ditanam pada suasana yang lembab, tanaman ini tidak menyukai air yang menggenang. Sedangkan jarak tanam dalam bedengan 40 x 40 cm, 30 x 30 cm, dan 20 x 20 cm (Fahrudin, 2009).

2.3 TuMV (*Turnip Mosaik Virus*)

Turnip mosaic virus termasuk ke dalam keluarga Potyviridae (CABI 2007). Virus ini mempunyai partikel berbentuk filamen dengan panjang 720 nm dan berdiameter 12 sampai 15 nm. Genom virus ini terdiri dari RNA utas tunggal berorientasi positif dengan panjang nukleotida 9834 nukleotida (CABI 2007) (Gambar 1). Genom TuMV terdiri atas open reading frame (ORF) tunggal sepanjang 9489 basa, sedangkan daerah yang tidak mengkode asam amino (non coding region-NCR) sepanjang 129 nukleotida. Genom TuMV mengkode polyprotein besar sebanyak 3863 asam amino yang kemudian diproses secara proteolitik menjadi delapan macam protein oleh tiga proteinase, yaitu: protein N-terminal (P1), helper component-proteinase (HC-Pro), nuclear inclusion a protein (NIa-pro).

Protein virus lain diantaranya adalah: cytoplasmic inclusion protein (CI), genome-linked protein (VPg), protein nuclear inclusion b (NIb), coat protein (CP) (Mahajan *et al.* 1996; Nicolas dan Laliberte 1992). Beberapa protein seperti P1,

HC-Pro, CI, NIa, Nib, dan CP berperan dalam replikasi RNA virus (Revers *et al.*, 1999). Sedangkan protein P3 virus TuMV berperan penting dalam siklus infeksi dan penentuan kisaran inang (Suehiro *et al.*, 2004).



Gambar 1. Kenampakan Mikroskopis TuMV (Nastiti, 2016)

Virus TuMV dapat ditularkan oleh arthropoda serangga dari ordo Hemiptera, keluarga Aphididae sebanyak kurang lebih 40-50 spesies, terutama *Myzus persicae* dan *Brevicoryne brassicae*. Virus ditularkan dengan cara non persisten (ICTV, 2018). Virus ditularkan dengan cara inokulasi mekanis dan tidak dapat ditularkan melalui biji.

2.3.1 Kisaran Inang dan Gejala Serangan TuMV

Turnip Mosaic Virus termasuk dalam genus *potyvirus* family *Potyviridae*, yaitu kelompok virus yang mempunyai anggota yang paling banyak diantara kelompok virus tumbuhan (Shukla *et al.*, 1994). *Turnip Mosaic Virus* diketahui mempunyai penyebaran geografis dan kisaran inang yang sangat luas. Berdasarkan hasil survey penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus pada tanaman sayur-sayuran di 28 negara, TuMV merupakan virus paling penting kedua setelah *Cucumber Mosaic Virus* (Jenner, 1996).

Virus tersebut dikenal sebagai virus yang menghancurkan pertanaman kubis-kubisan di sebagian Asia, Amerika Utara, Eropa dan telah menyebabkan kehilangan hasil yang serius pada tanaman sayur-sayuran yaitu lobak, kubis, kembang kol, *Brussels sprout* (*B.oleraceae* var.*gennifera*), kohlrabi (*B.oleraceae*

var. Gongyloides), brokoli (*B.oleraceae var. Italica*) dan *oilseed rape* (*B. napas*) (Jenner, 1996).

Tanaman yang terinfeksi TuMV memperlihatkan gejala yang bervariasi tergantung pada jenis dan kultivar tanaman yang diserang (Lin, 1993). Gejala awal pada bibit *Brassica* yang diinokulasi dengan TuMV adalah bercak klorotik, dan mottling pada daun diikuti dengan gejala vein clearing sistemik, mosaik dan/atau nekrosis, distorsi daun, serta seringkali kerdil (CABI, 2007). Pada bibit selada virus ini dapat menyebabkan kerdil yang parah, hingga menyebabkan kematian (APS, 1997). Pada *Hibiscus esculentus* gejala yang tampak adalah klorosis, pemucatan tulang daun diikuti dengan nekrosis, dan lambatnya pertumbuhan (Gera *et al.*, 2001). Pada *Nicotiana glutinosa* dan *N. rustica* gejala yang terlihat adalah cincin klorotik dan mottle pada daun (Lin, 1993).

Tanaman sakit yang diamati di lapangan memperlihatkan gejala yang bervariasi. Beberapa tanaman hanya memperlihatkan mosaik ringan, tetapi kebanyakan tanaman sakit memperlihatkan gejala mosaik berat hijau kekuningan pada daun disertai gejala *vein clearing*, melepuh (*blister*), dan perubahan bentuk atau malforasi (Gambar 2). Tanaman yang terserang umumnya terhambat pertumbuhannya sehingga tampak kerdil (Firdaus, 2009).



Gambar 2. Gejala Serangan TuMV pada Tanaman: a) Mosaik Ringan Disertai *Vein Clearing*; b) Melepuh; c) Malformasi; dan d) Kerdil (Firdaus, 2009)

2.3.2 Penularan *Turnip Mosaic Virus* (TuMV) Secara Mekanis

Penularan virus dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya cara mekanis, inokulum virus untuk penularan disiapkan dalam bentuk sap (cairan perasan), daun tanaman yang menampakkan gejala dicuci dan dipotong-potong, kemudian ditumbuk. Penumbukkan daun berfungsi untuk memecahkan sel

tumbuhan untuk membantu keluarnya virus dari sel ke dalam cairan perasan. Kemudian ditambahkan buffer fosfat 0,01 M, pH 7. Pemberian buffer berfungsi untuk menstabilkan keasaman (pH) cairan perasan yang dapat mempengaruhi persistensi virus dalam cairan perasan. Sap diperoleh dengan cara melakukan penyaringan menggunakan kain kasa.

Sebelum diinokulasi, permukaan daun dilukai dengan cara ditaburi dengan karborundum 600 mesh. Pemberian karborundum bertujuan untuk menambah abrasive, yang berperan menimbulkan luka mikroskopis pada dinding sel permukaan pada bagian tanaman yang diinokulasi. Setelah ditaburi dengan karborundum, sap tanaman sakit dioleskan menggunakan jari pada permukaan daun sawi. Pengolesan dilakukan searah tulang daun, tanpa digosok berlawanan arah. Inokulasi dengan cairan tumbuhan yang mengandung virus (sap) harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari luka yang berlebihan. Oleh karena itu, setelah pengolesan sap dilakukan pembilasan sisa-sisa karborundum yang masih melekat pada permukaan daun tanaman uji dengan air (Hadiastono, 1998).

2.4 Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang secara aktif mengkolonisasi rizosfir. PGPR berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil panen, dan kesuburan lahan. Secara langsung, PGPR merangsang pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon pertumbuhan, vitamin dan berbagai asam organik serta meningkatkan asupan nutrisi bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman ditingkatkan secara tidak langsung oleh PGPR melalui kemampuannya dalam menghasilkan antimikroba patogen yang dapat menekan pertumbuhan fungsi penyebab penyakit tumbuhan (*fitopatogenik*) (Wahyudi, 2009).

Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai PGPR. Sebagian besar berasal dari kelompok gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia* (Kloepper and Schroth, 1978). Beberapa genus bakteri terseleksi mampu menstimulasi pertumbuhan, baik tanaman legum maupun yang bukan legum pada skala lapangan. Bakteri tersebut terbukti memproduksi fitohormon, yaitu auksin, sitokinin, giberelin, etilen, dan asam absisat. Jenis bakteri yang berperan sebagai PGPR antara lain :

2.5.1 *Bacillus subtilis*

Bacillus adalah bakteri gram positif berbentuk batang, bersifat aerobik, dan membentuk endospora atau sel berbentuk spora. Endospora *Bacillus* berbentuk bundar, oval, silindris. Bakteri ini memiliki sifat katalase positif sehingga mampu menguraikan peroksida toksik menjadi air dan oksigen. Keunggulan *Bacillus* dibandingkan dengan bakteri lain adalah kemampuannya menghasilkan endospora yang tahan panas dan dingin, juga terhadap pH yang ekstrim, pestisida, pupuk, dan waktu penyimpanan (Gordon, 1989).

Bacillus subtilis, termasuk kelompok PGPR yang memiliki banyak potensi karena bakteri ini mampu memproduksi IAA, bakteri pelarut fosfat dapat menyediakan fosfat terikat dengan kation logam menjadi fosfat yang dapat terlarut yang dapat diserap tanaman, mensekresi siderofor dan berperan sebagai agen biokontrol dengan menginduksi sistem kekebalan tanaman serta menghasilkan antibiotik (Compant *et al.*, 2005).

2.5.2 *Pseudomonas sp.*

Pseudomonas sp. adalah bakteri yang memiliki habitat beragam dan memiliki ciri-ciri berupa bakteri gram negatif yang berbentuk bulat panjang atau batang, hampir semuanya motil dengan flagella *monotrikus*, *politrikus*, dan *lofotrikus* (Buchanan dan Gibbson, 1974). Bakteri *Pseudomonas sp.* memiliki banyak manfaat untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan memproduksi fitohormon yaitu IAA.

Hormon *indole acetic acid* (IAA) merupakan salah satu hormon pertumbuhan tanaman yang sangat penting. IAA merupakan hormon pertumbuhan kelompok auksin yang berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Auksin berguna untuk meningkatkan pertumbuhan sel batang, menghambat proses pengguguran daun, merangsang pembentukan buah, serta merangsang pertumbuhan kambium, dan menghambat pertumbuhan tunas ketiak (Tjitrosoepomo, 1988).

2.5.3 *Azotobacter sp.*

Azotobacter termasuk bakteri gram negatif dalam genus yang biasanya motil, berbentuk oval atau bola dan banyak yang berbentuk kapsul. *Azotobacter*

merupakan bakteri aerob dan hidup bebas dengan membuat nitrogen. Terdapat perbedaan pada masing-masing strain *Azotobacter* yang bervariasi dalam kimia, biologi dan karakter lainnya. Beberapa strains memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen lebih tinggi di bandingkan dengan strains lainnya.

Kemampuan *Azotobacter* dalam memproduksi fitohormon *sitokinin* dan *auksin* dilaporkan pertama kali oleh Vancura dan Macura pada tahun 1960 (Shofiah, 2016). Sampai saat ini sejumlah penelitian telah membuktikan kemampuan rizobakteri *Azotobacter*, *Choococum*, *A. Beijerinckii*, *A. Paspali* maupun *A. Vinelandii*. *Vinelandii* dalam memproduksi fitohormon terutama sitokinin. Ketika *Azotobacter* diaplikasikan ke dalam benih, perkecambahan benih diperbaiki ke tingkat yang lebih baik, juga *Azotobacter* berperan dalam mengontrol penyakit tanaman melalui substansi yang dihasilkan oleh *Azotobacter*.

2.5.4 *Azospirillum* sp.

Bakteri *Azospirillum* sp. merupakan bakteri gram negatif yang digolongkan ke dalam kelompok bakteri diazotrof endofitik fakultatif karena bakteri itu mengandung enzim nitrogenasi dan mampu menambat N secara hayati dapat hidup dalam jaringan akar dan mengkolonisasi permukaan akar, *Azospirillum* dijumpai pada tanah bertekstur pasir-liatberpasir tanah aluvial, laterit, dan sulfat. Bakteri tersebut dapat hidup dengan baik di daerah tropika dan subtropika dan dapat hidup pada semua jenis tanah dan perakaran tanaman (Shofiah, 2016).

Azospirillum sp. mampu menghasilkan fitohormon yang berpengaruh lebih besar terhadap pertumbuhan tanaman daripada N yang disumbangkan (Shofiah, 2016). Selain dapat menambat N dari udara, bakteri *Azospirillum* sp. juga memproduksi zat pengatur tumbuh tanaman seperti *auksin*, *giberelin*, dan *sitokinin* yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. (Shofiah, 2016).

2.5.5 Mekanisme Kerja PGPR

PGPR memainkan peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, perlindungan hasil panen dan kesuburan lahan. PGPR dapat merangsang pertumbuhan baik secara langsung maupun secara tidak langsung (Glick, 1995). Secara langsung yaitu PGPR merangsang pertumbuhan, meningkatkan asupan nutrisi. Pertumbuhan tanaman ditingkatkan secara tidak langsung karena PGPR

dalam menghasilkan senyawa anti mikroba yang menekan pertumbuhan fungsi penyebab penyakit tumbuhan (*fitopagenik*), melibatkan kemampuan PGPR dalam menurunkan pengaruh yang merusak atau mengganggu dari patogen tanaman terhadap hasil tanaman budidaya. Starin PGPR sendiri sudah banyak yang telah dikenal secara luas, dua diantaranya adalah *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* spp.

Bakteri pada PGPR memiliki 3 peran utama bagi tanaman yaitu: 1) sebagai biofertilizer, PGPR mampu mempercepat proses pertumbuhan tanaman melalui percepatan penyerapan unsur hara, 2) sebagai biostimulan, PGPR dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon, dan 3) sebagai bioprotektan, PGPR melindungi tanaman dari patogen (Rai, 2006).

Kemampuan PGPR menghasilkan fitohormon membuat tanaman dapat menambah luas permukaan akar-akar halus dan meningkatkan ketersediaan nutrisi di dalam tanah. Perlakuan PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman kedelai dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Masnilah *et al.*, 2009). Hal ini menyebabkan penyerapan unsur hara dan air dapat dilakukan dengan baik, sehingga kesehatan tanaman juga semakin baik. Dengan semakin baiknya ketahanan tanaman terhadap tekanan juga akan semakin meningkat, baik tekanan karena faktor biotik seperti gangguan OPT, maupun tekanan abiotik seperti suhu dan kelembaban. PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara langsung melalui hormon-hormon pertumbuhan yang dihasilkan seperti Gibberelin (GAC) dan *indole acetic acid* (IAA). IAA merupakan hormon pertumbuhan kelompok auksin yang berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Auksin berguna untuk meningkatkan pertumbuhan sel batang, menghambat proses pengguguran daun, merangsang pembentukan buah, serta merangsang pertumbuhan kambium, dan menghambat pertumbuhan tunas ketiak (Tjondronegoro *et al.*, 1989). Pada tanaman cabai rawit yang terinfeksi virus akan terjadi penurunan zat pengatur tumbuh (hormon) dan peningkatan kadar senyawa penghambat pertumbuhan (Agrios, 1996).

2.6 Pupuk Kandang Kotoran Kambing

Pupuk kandang dari kotoran kambing memiliki tekstur yang khas, karena berbentuk butiran- butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya

(Widiowati *et al.*, 2005). Kotoran kambing dianjurkan dikompos terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pupuk menjadi matang. Ciri-ciri kotoran kambing yang telah matang suhunya dingin, kering dan relatif sudah tidak bau (Alamtani, 2015). Pupuk kandang kotoran kambing merupakan jenis pupuk panas karena penguraiannya berjalan sangat cepat sehingga terbentuk panas (Lingga dan Marson, 2006).

Pupuk kandang dari kotoran kambing berpotensi untuk menambah kandungan organik dalam tanah. Nilai rasio C/N pupuk kandang kotoran kambing umumnya masih diatas 30. Pupuk kandang yang baik harus mempunyai rasio C/N <20, kadar air pupuk kandang kotoran kambing relatif lebih rendah dari pupuk kandang kotoran sapi dan sedikit lebih tinggi dari pupuk kandang kotoran ayam. Kadar hara pupuk kandang kotoran kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pupuk kandang lainnya (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan Hara Pupuk Kandang (Lingga, dan Marson 2006)

| Jenis Bahan Asal | Kadar Hara (%) | | | | |
|------------------|----------------|------|-------|------|------|
| | C | N | C/N | P | K |
| Kotoran Sapi | 66,44 | 1,53 | 41,46 | 0,67 | 0,70 |
| Kotoran Kambing | 46,51 | 1,41 | 32,98 | 0,54 | 0,70 |
| Kotoran Ayam | 42,18 | 1,50 | 28,12 | 1,97 | 0,68 |

III. METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian akan dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Virologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan April 2018 hingga Juli 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian adalah polibag (35 x 35 cm), meteran, kertas label, gunting, plastik, cetok, timbangan analitik, gelas ukur 100 ml, mortar dan pistil, cawan Petri, kertas kasa, tisu, alat tulis dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah inokulum TuMV dari tanaman sawi yang menunjukkan gejala sakit, benih tanaman sawi varietas Toksakan, tanaman indikator yang digunakan adalah *Gomphera globosa* dan *Chenopodium amaranticolor*, karborundum 600 mesh, tanah steril, formalin 4%, aquades steril, buffer fosfat 0,01 M pH 7, pupuk kandang kotoran kambing yang didapatkan dari UPT Kompos Universitas Brawijaya, dan PGPR yang terdiri dari *Bacillus subtilis* yang berasal dari Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan (Tabel 2) dan diulang sebanyak 4 kali, Setiap satuan percobaan akan ditanami 2 tanaman uji, sehingga total tanaman yang digunakan sebanyak 48 tanaman.

Tabel 2. Perlakuan Aplikasi Pupuk Kandang

| Kode Perlakuan | Perlakuan Apikasi Pupuk Kandang |
|----------------|---|
| P0 | Aplikasi pupuk kandang saat penanaman |
| P1 | Aplikasi pupuk kandang 3 minggu sebelum tanam |
| P2 | Aplikasi pupuk kandang 2 minggu sebelum tanam |
| P3 | Aplikasi pupuk kandang 1 minggu sebelum tanam |
| P4 | Aplikasi pupuk kandang 1 minggu setelah tanam |
| P5 | Aplikasi pupuk kandang 2 minggu setelah tanam |

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu persiapan dan pelaksanaan penelitian. Tahap pertama merupakan persiapan penelitian yang meliputi persiapan inokulum dan identifikasi TuMV, persiapan dan sterilisasi media tanam. Sedangkan untuk tahap kedua ialah aplikasi PGPR, aplikasi tanaman uji, aplikasi pupuk kandang, pembuatan dan penularan sap inokulum TuMV pada tanaman sawi, serta pemeliharaan tanaman uji.

1. Persiapan Penelitian

Persiapan Inokulum dan Identifikasi TuMV

Inokulum TuMV yang digunakan berasal dari daun tanaman sawi yang menunjukkan gejala sakit karena infeksi TuMV. Sebelum inokulum digunakan dalam percobaan, terlebih dahulu dilakukan identifikasi inokulum TuMV dengan menggunakan tanaman indikator. Tanaman indikator yang digunakan adalah *Gomphera globosa* dan *Chenopodium amaranticolor*. Apabila pada tanaman indikator menunjukkan gejala TuMV akan memperlihatkan gejala khas berupa nekrotik, mosaik, *lesion local*, daun klorosis, dan malformasi dari jenis virus yang diinokulasikan pada tanaman tersebut.

Persiapan dan Sterilisasi Media Tanam

Media Tanam yang digunakan adalah tanah yang memiliki kandungan bahan organik rendah. Tanah yang di sterilkan menggunakan formalin 4% sebanyak 4 liter. Formalin 4% disemprotkan pada tanah kemudian diaduk sampai merata, lalu media tanam ditutup menggunakan plastik selama 7 hari. Setelah itu plastik penutup dibuka dan media dikering anginkan selama 2-3 hari sebelum media siap digunakan untuk media tanam. Tujuan adanya sterilisasi media tanam ini adalah agar tanah yang akan digunakan terbebas dari bahan organik dan sisa penyakit yang ada di dalam tanah tersebut.

2. Pelaksanaan Penelitian

a. Aplikasi PGPR

Bakteri PGPR yang digunakan dalam penelitian ini merupakan PGPR yang berasal dari Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brwijaya, PGPR yang digunakan dalam penelitian yaitu PGPR dengan kandungan bakteri *Bacillus subtilis*. Aplikasi PGPR bertujuan

untuk pengkolonian PGPR sejak awal pada tanaman sawi. Sehingga akan mencegah pengkolonian akar oleh mikroba patogen. Tanaman yang akan diberikan perlakuan PGPR sebanyak 48 tanaman sawi varietas Tosakan yang akan digunakan untuk perlakuan PGPR, PGPR diaplikasikan kedalam tanaman sawi pada saat penanaman tanaman sawi, dengan pemberian PGPR sebanyak 20 ml setiap polybagnya, PGPR sebelumnya diencerkan terlebih dahulu dengan aquades steril, setelah dilakukan pengenceran maka PGPR tersebut dapat diaplikasikan kedalam tiap polybag yang berisi tanaman uji.

b. Penanaman Tanaman Uji

Bibit tanaman sawi yang sudah berumur 12 hari setelah tanam (hst) ditanam ke dalam media tanam yang sudah disiapkan sebelumnya. Setiap *polybag* diisi dengan 1 bibit tanaman sawi. Bibit dicabut secara perlahan dari tempat penyemaian benih agar akar tidak patah atau rusak. Pindahan dilakukan secara hati-hatihingga seluruh bagiannya termasuk akar terangkat. Bibit ditanam dibagian tengah *polybag* yang berisi tanah.

c. Aplikasi Pupuk Kandang

Pupuk kandang kotoran kambing yang digunakan merupakan pupuk kandang yang diproduksi UPT Kompos Universitas Brawijaya. Pemberian pupuk kandang kotoran kambing diaplikasikan sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan (Tabel 2). Penambahan pupuk diberikan sesuai dengan perlakuan yang akan dilakukan yaitu diaplikasikan sesuai perlakuan dengan dosis sebanyak satu kilogram per *bolybag*. Setelah media tanam (berupa tanah dan pupuk kandang kotoran kambing) dimasukkan ke *polybag* dan diberi label sesuai perlakuan dan ulangan.

d. Pembuatan dan Penularan sap Inokulum TuMV pada Tanaman Sawi

Daun yang bergejala TuMV dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir. Selanjutnya dipotong dan dipisahkan dari tulang daunnya. Kemudian daun ditimbang sebanyak 5 gram dan dilumatkan dengan mortar dan pistil. Setelah itu ditambahkan *buffer fosfat* 0,01 M pH 7 sebanyak 10 ml. Setelah tercampur rata, daun yang telah di tumbuk halus di saring menggunakan kasa steril untuk memisahkan ampas daun sehingga diperoleh sap.

Perbanyak virus dilakukan dengan melukai permukaan daun tanaman sawi dengan cara ditaburi dengan karburundum 600 mesh untuk pelukaan minor pada tanaman. Pemberian karborundum bertujuan untuk menimbulkan luka mikroskopis pada dinding sel permukaan pada bagian tanaman yang diinokulasi. Cairan sap yang berfungsi sebagai inokulum virus diusapkan pada permukaan daun yang sudah ditaburi karburundum secara perlahan searah tulang daun dan tidak digosok berlawanan arah agar jaringan epidermis pada permukaan daun tidak rusak. Setelah diisolasi sap, daun yang sudah diinokulasi dibersihkan dengan aquades untuk membuang sisa karburundum yang masih menempel. Inokulasi dilakukan saat tanaman sawi berumur 7 hst.

e. Pemeliharaan Tanaman Uji

pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, sanitasi gulma, serta pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari. Sanitasi gulma dilakukan secara mekanik dengan melakukan pencabutan jika terdapat gulma yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman penelitian. Pengendalian OPT dilakukan secara mekanik dan penyemprotan pestisida jika sudah ditemukan tanda serangan.

Penelitian ini dapat diamati dengan variabel penelitian berupa masa inkubasi, intensitas serangan penyakit, pertumbuhan dan produksi tanaman, serta isolasi dan Pertumbuhan populasi *Bacillus subtilis* pada tanaman sawi. Masing-masing akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Masa Inkubasi Tanaman Sawi

Masa inkubasi merupakan waktu yang diperlukan tanaman mulai diidentifikasi virus (inokulasi) sampai munculnya gejala serangan TuMV pada tanaman sawi. Pengamatan masa inkubasi mulai dilakukan sehari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pertama, gejala serangan TuMV pertama kali terdapat pada daun muda yang baru membuka, pengamatan dilakukan pada semua perlakuan.

2. Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi

Perhitungan intensitas serangan penyakit TuMV menggunakan metode skoring, perhitungan intensitas serangan menggunakan rumus yang digunakan oleh Abadi (2003) sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{N \times Z} \times 100 \%$$

- dengan I : merupakan intensitas serangan
 n : merupakan jumlah daun dalam tiap kategori
 v : merupakan nilai skala tiap kategori serangan (Tabel 3)
 Z : merupakan nilai skala dari kategori serangan tertinggi
 N : merupakan jumlah daun yang diamati.

Tabel 3. Skala Nilai Serangan Penyakit

| Skor | Keterangan Serangan |
|------|--|
| 0 | Daun sehat |
| 1 | Luas mosaik pada daun $\leq 25\%$ |
| 2 | Luas mosaik pada daun $> 25\% \leq 50\%$ disertai daun melepuh |
| 3 | Luas mosaik pada daun $\geq 50\%$ disertai daun melepuh |
| 4 | Daun malformasi, mosaik, melepuh, dan tanaman kadang-kadang kerdil |

3. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

a. Tinggi Tanaman Sawi

Pengukuran tinggi tanaman di lakukan selama empat kali pengamatan. Untuk pengukuran tinggi tanaman, diukur mulai dari pangkal batang hingga bagian ujung daun paling panjang pada tanaman. Pengukuran panjang tanaman dilakukan dengan menggunakan penggaris, dengan cara menelungkupkan tanaman sawi agar dapat dilakukan pengukuran.

b. Jumlah Daun Tanaman Sawi

Jumlah daun tanaman sawi yang terinfeksi TuMV diukur setiap hari dan pada saat dilakukan pemanenan. Daun yang dihitung adalah daun yang telah terbuka sempurna.

c. Bobot Basah Tanaman Sawi

Pengamatan bobot basah tanaman dilakukan pada saat tanaman baru dipanen, yaitu dengan menimbang berat mulai dari bagian akar tanaman, batang, dan daun tanaman sawi pada setiap tanaman perlakuan. Data pengamatan bobot basah merupakan rata-rata bobot basah tanaman (gram).

4. Pertumbuhan Bakteri *Bacillus subtilis* pada Tanaman Sawi

Isolasi dan Pengukuran populasi *Bacillus subtilis* di dilakukan pada saat 14hst dan 28hst. Isolasi dan pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri tersebut dapat tumbuh dengan baik di dalam tanah tanaman sawi yang dibudidayakan, dengan adanya isolasi dan pengukuran ini akan mengetahui bahwa *Bacillus subtilis* berperan penting terhadap serangan TuMV, pertumbuhan dan produksi tanaman sawi.

Media yang digunakan pada penelitian ini adalah Nutrien Agar (NA) yang digunakan untuk media pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*, sampel yang digunakan di dapatkan secara acak dari keenam perlakuan, sampel tanah yang di ambil berjumlah dua belas sampel yaitu enam sampel dari waktu 14hst dan enam sampel berasal dari 28 hst. Isolat bakteri ditumbuhkan pada media selektif yang digunakan.

Pengamatan jumlah bakteri yang berada perakaran tanaman dilakukan dengan metode isolasi bakteri secara aseptik, yaitu dengan cara tanah setiap perlakuan dimasukkan sebanyak 1 gr ke dalam tabung reaksi/tube valcon yang dicampur dengan 9 ml akuades steril, lalu dilanjutkan dengan pengenceran 10^{-1} hingga tingkat pengenceran 10^{-9} . Setelah itu pengenceran terakhir diambil 1ml kemudian bakteri *B. subtilis* di tanam pada media yang akan di gunakan, setelah itu di ratakan dengan menggunakan stik L, setelah selesai di tunggu selama 2 hari kemudian di amati berapa banyak koloni *B. subtilis* yang tumbuh pada masing” sampel perlakuan yang digunakan.

3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%. Apabila hasil analisa berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gejala Pada Tanaman Indikator

Tanaman indikator yang digunakan adalah tanaman yang rentan terhadap serangan infeksi virus. Tanaman indikator berfungsi untuk mengidentifikasi gejala virus sebelum dilakukan inokulasi ke tanaman uji. Tanaman indikator yang digunakan adalah *Gomphrena globasa* dan *Chenopodium amaranticolor*, pengamatan yang dilakukan berupa variabel masa inkubasi dan gejala serangan TuMV.

Berdasarkan hasil pengamatan tanaman indikator *Gomphrena globasa* dan *Chenopodium amaranticolor* yang diinokulasi dengan TuMV menunjukkan perbedaan masa inkubasi. (Tabel 4)

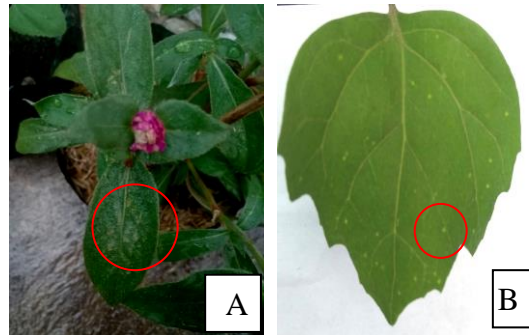
Tabel 4. Masa Inkubasi dan Gejala Tanaman Indikator

| Tanaman Indikator | Masa Inkubasi | Gejala |
|----------------------------------|---------------|-----------------------|
| <i>Gomphrena Globasa</i> | 9 hari | Mosaik dan malformasi |
| <i>Chenopodium amaranticolor</i> | 8 hari | Lesio local |

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan gejala yang ditimbulkan oleh infeksi virus TuMV pada daun *G. globasa* adalah berupa mosaik dan malformasi (Gambar 3a). Sedangkan pada daun *C. amaranticolor* gejala yang muncul yaitu gejala lesio lokal (Gambar 3b). Rochifah, (2015), menyatakan bahwa gejala yang ditimbulkan pada tanaman indikator *Gomphrena globasa* yang terinfeksi TuMV berupa gejala malformasi dan mosaik, Sedangkan Tanaman indikator *C. amaranticolor* yang terserang TuMV akan menunjukkan gejala nekrotik, dan lesion lokal (bercak kuning hingga kemerahan) serta tidak sistemik (Plant Virus Online, 2018).

Untuk Masa inkubasi gejala pada *Go. globasa* selama 9 hari dan untuk masa inkubasi gejala pada *C. amaranticolor* selama 8 hari setelah inokulasi. Perbedaan masa inkubasi gejala yang muncul pada kedua tanaman indikator di pengaruhi oleh sifat ketahanan masing – masing tanaman inang. Beberapa tanaman hanya memperlihatkan gejala mosaik ringan, tetapi kebanyakan tanaman sakit memperlihatkan gejala mosaik berat hijau kekuningan pada daun disertai gejala

vein clearing, melepuh (*blister*) dan perubahan bentuk atau malformasi (ICTV, 2018).



Gambar 3. Gejala Infeksi TuMV pada Tanaman Indikator, a) *G. Globasa* (Mosaik dan Malformasi), b) *C. amaranticolor* (Lesio lokal)

4.2 Masa Inkubasi Tanaman Sawi

Waktu yang diperlukan oleh patogen sejak bertemunya patogen dengan tumbuhan inangnya, yang kemudian akan diikuti dengan adanya infeksi sampai dengan munculnya gejala disebut dengan masa inkubasi (Firdaus, 2009).

Hasil pengamatan masa inkubasi pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil masa inkubasi yang berbeda dari keenam perlakuan. Tanaman sawi dengan perlakuan kontrol dan aplikasi pupuk 3 Minggu sebelum tanam memiliki masa inkubasi yang paling pendek yaitu 8 hari, sedangkan masa inkubasi paling panjang pada perlakuan aplikasi pupuk kandang 2 minggu setelah tanam yaitu 15,13 hari. Hasil analisis masa inkubasi yang dilakukan menunjukkan bahwa masa inkubasi tanaman sawi yang diinokulasi TuMV berpengaruh nyata terhadap pengaruh waktu pemberian pupuk kandang dalam menekan peranan *Bacillus subtilis* dalam pengendalian TuMV. Rerata masa inkubasi pada enam perlakuan setelah inokulasi disajikan pada Tabel 5.

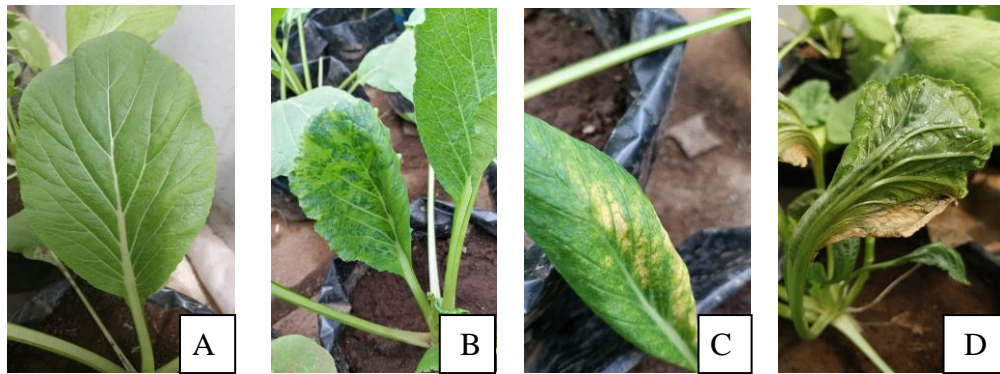
Tabel 5. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Masa Inkubasi Tanaman Sawi

| Perlakuan | Masa Inkubasi (hari) |
|--|----------------------|
| Aplikasi Pupuk Saat Tanam (P0) | 8,75 a |
| Aplikasi Pupuk 3 Minggu Sebelum Tanam (P1) | 8,50 a |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Sebelum Tanam (P2) | 11,13 ab |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Sebelum Tanam (P3) | 12,00 ab |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Setelah Tanam (P4) | 10,75 a |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Setelah Tanam (P5) | 15,13 b |

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5 %

Perbedaan masa inkubasi dan keparahan gejala yang muncul mungkin berkaitan dengan sistem ketahanan yang dimiliki oleh tanaman dan tingkat virulensi yang menginfeksi selain itu kemungkinan di pengaruhi karena penambahan bakteri PGPR yang di berikan. Penundaan masa inkubasi diduga karena dipengaruhi oleh sistem induksi resistensi oleh rizobakteri, Rizobakteri merupakan kelompok bakteri yang hidup bebas mengkolonisasi daerah perakaran tanaman dan menguntungkan bagi pertumbuhan akar (A'yun,2013). Bos (1990) juga menyatakan bahwa derajat kemampuan infeksi virus untuk menyerang tanaman inang bergantung pada sikap keagresifan virus dan kerentanan inang, sedangkan beratnya gejala tergantung pada virulensi virus dan kepekaan inang.

Selain di pengaruh karena adanya penambahan Bakteri *B. subtilis* pada penelitian ini, perbedaan masa inkubasi juga di pengaruhi karena adanya penambahan pupuk kandang kambing, sehingga unsur K yang ada pada tanah tersedia lebih banyak serta dapat menyebabkan ketahanan penyakit bagi tanaman. Natasya, (2014) menyatakan bahwa fungsi unsur K pada tanaman salah satunya adalah membuat tanaman lebih tahan terhadap hama dan penyakit. Menurut Agrios (1996), bahwa kalium mempengaruhi berbagai tingkat perkembangan dan keberadaan patogen didalam inang dan secara tidak langsung mempengaruhi infeksi dengan mendorong penyembuhan luka dengan meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan akibat serangan patogen.



Gambar 4. Gejala TuMV pada Sawi: a) Daun Sehat; b) Mosaik; c) Klorosis; d) Malformasi

Berdasarkan hasil penelitian selain masa inkubasi yang berbeda juga terdapat perbedaan gejala, gejala serangan yang ditimbulkan akibat infeksi TuMV pada tanaman sawi juga bermacam-macam. Daun tanaman sawi yang terinfeksi TuMV menunjukkan beberapa gejala, diantaranya yaitu gejala mosaik, klorosis, gejala lain yang sering muncul adalah terjadinya perubahan bentuk atau malformasi yang terjadi pada tanaman sawi yang terinfeksi TuMV. Perubahan bentuk daun yang ditunjukkan adalah bentuk daun berubah menjadi menggulung, malformasi ini terjadi akibat efek lanjutan akibat terhambatnya laju pertumbuhan pada daun yang bergejala.

Munculnya gejala pada masing-masing perlakuan memang tidak secara bersamaan tetapi bentuk gejala yang ditimbulkan hampir sama secara keseluruhan. Firdaus (2009) menyebutkan dalam hasil penelitiannya bahwa tanaman sawi (caisim) yang terinfeksi TuMV memperlihatkan gejala mosaik berat hijau kekuningan pada daun yang disertai gejala *vein clearing*, melepuh (*blister*), dan perubahan bentuk (malformasi).

4.3 Intensitas Serangan Penyakit Pada Tanaman Sawi

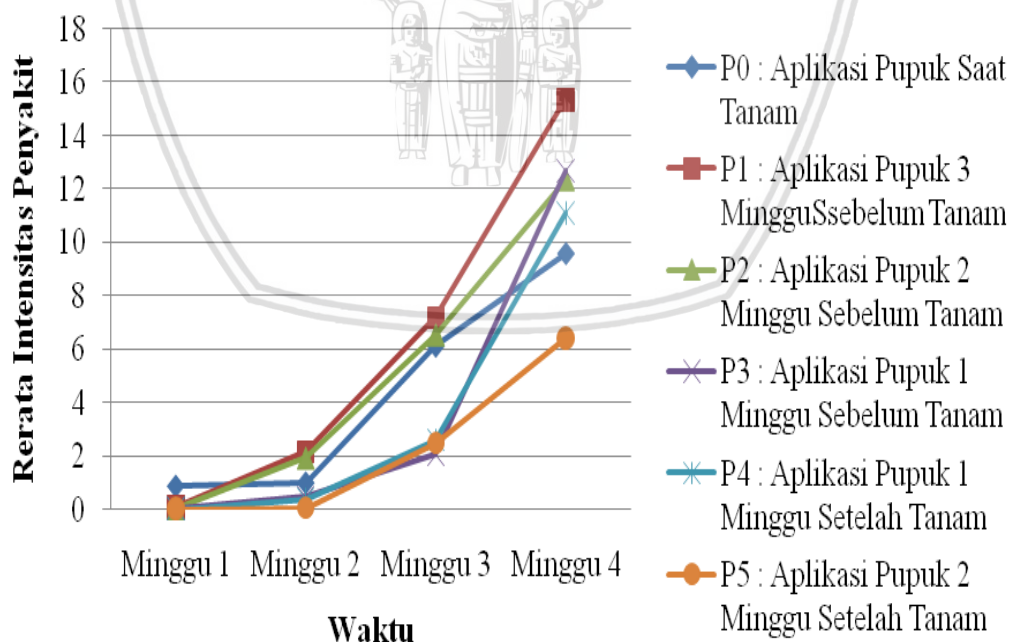
Variabel intensitas penyakit diamati dan dicatat selama empat minggu, dimulai pada minggu pertama setelah inokulasi TuMV pada tanaman uji. Dari hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu aplikasi pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan TuMV. Rerata intensitas serangan TuMV dari hasil uji lanjut BNT pada keenam perlakuan di sajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Intensitas Penyakit Mosaik Akibat Infeksi TuMV

| Perlakuan | Intensitas Serangan (%) |
|--|-------------------------|
| Aplikasi Pupuk Saat Tanam (P0) | 4,39 bc |
| Aplikasi Pupuk 3 Minggu Sebelum Tanam (P1) | 6,19 c |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Sebelum Tanam (P2) | 5,21 bc |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Sebelum Tanam (P3) | 3,79 ab |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Setelah Tanam (P4) | 3,51 ab |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Setelah Tanam (P5) | 2,22 ab |

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5 %

Pada Tabel 6 dapat terlihat bahwa rerata intensitas serangan TuMV yang yang dilakukan selama empat minggu didapatkan hasil masing-masing perlakuan memiliki nilai rata-rata yang berbeda, dengan nilai rata-rata tertinggi adalah pada perlakuan aplikasi pupuk tiga minggu sebelum tanam dengan jumlah 6,19% sedangkan untuk hasil terendahnya adalah pada perlakuan aplikasi pupuk kandang 2 minggu setelah tanam dengan jumlah 2,22%. Dari keenam perlakuan yang dilakukan setelah dilakukan analisis menggunakan uji BNT hasilnya berpengaruh secara nyata.



Gambar 5. Rerata Intensitas Penyakit Mosaik Akibat Infeksi TuMV dari Empat Minggu Pengamatan

Berdasarkan Gambar diatas menunjukkan nilai intensitas serangan penyakit pada empat kali pengamatan, selama empat minggu. Hasil grafik menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi pupuk kandang 2 minggu setelah tanam memiliki intensitas serangan penyakit terendah dibandingkan dengan kelima perlakuan lainnya. Pada perlakuan pemberian pupuk kandang 3 minggu sebelum tanam memiliki nilai serangan tertinggi di bandingkan dengan kelima perlakuan lainnya, hal ini dikarenakan pemberian pupuk yang terlampau jauh intervalnya dapat mengakibatkan adanya penurunan tingkat bahan organik yang ada di dalam tanah akibat terbawa air irigasi, sehingga kandungan bahannya berkurang.

Menurut Mukti (2017), tanah yang diberikan perlakuan pupuk kandang terlalu lama dalam interval perlakuan, mengakibatkan unsur hara yang tersimpan di dalamnya tercuci oleh limpasan permukaan dan terbuang saat perendaman irigasi lahan, hal ini sesuai dengan hasil uji BNT bahwa perlakuan aplikasi pupuk 3 minggu sebelum tanam, 2 minggu sebelum tanam, serta 1 minggu sebelum tanam jumlah serangannya lebih besar dari perlakuan aplikasi pupuk setelah tanam dan saat tanam.

Adanya perbedaan intensitas serangan TuMV pada keenam perlakuan berbeda karena penyerapan unsur hara yang terkandung dalam pupuk yang diberikan dalam waktu yang berbeda, selain itu pemberian PGPR *B. subtilis* juga berperan penting dalam tingkat intensitas serangan infeksi TuMV dikarenakan basillus memiliki potensi sebagai agens hayati dan biokontrol. Menurut Djaenudin, (2015) Mekanisme penghambatan bakteri antagonis *B. subtilis* adalah melalui antibiosis, persaingan, dan pemacu pertumbuhan. *B. subtilis* menghasilkan antibiotika yang bersifat racun terhadap mikroba lain, antibiotika yang dihasilkannya antara lain streptovidin, basitrasin, surfaktin, fengisin, iturin A, polimiksin, difisidin, subtilin, subtilosin, protein, sedangkan subtilin merupakan senyawa peptide dan surfaktin, fengisin, serta iturin A merupakan lipoprotein.

4.4 Tinggi Tanaman Sawi

Dari pengamatan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa perlakuan waktu aplikasi pupuk kandang kambing dan PGPR *B. subtilis* memiliki pengaruh yang nyata, Rerata analisis ragam dengan uji lanjut BNT disajikan dalam tabel 7.

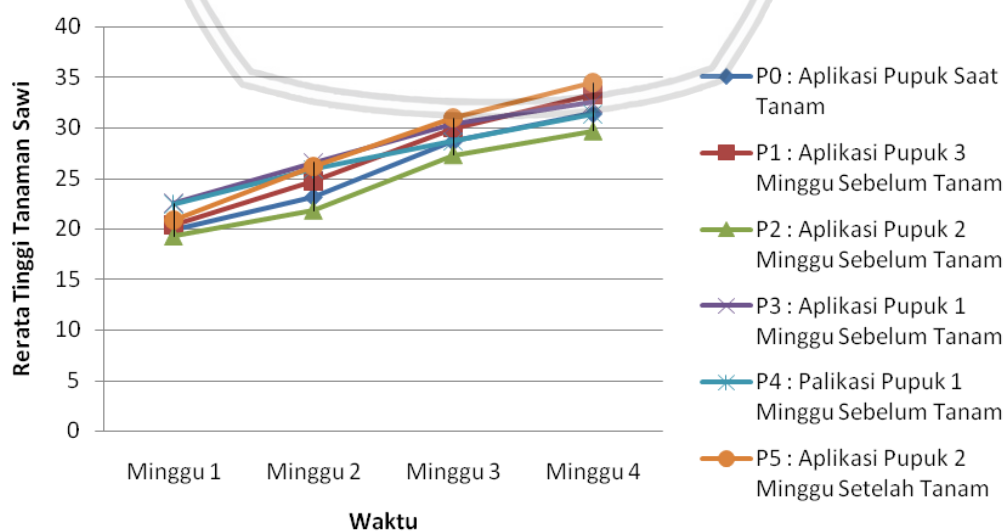
Tabel 7. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Tinggi Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV

| Perlakuan | Tinggi Tanaman (cm) |
|--|---------------------|
| Aplikasi Pupuk Saat Tanam (P0) | 25,79 ab |
| Aplikasi Pupuk 3 Minggu Sebelum Tanam (P1) | 27,06 bc |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Sebelum Tanam (P2) | 24,52 a |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Sebelum Tanam (P3) | 27,97 c |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Setelah Tanam (P4) | 27,07 bc |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Setelah Tanam (P5) | 28,10 c |

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5 %

Dari analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi pupuk 2 minggu setelah tanam memiliki rerata tinggi tanaman yang paling tinggi jika di bandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini dikarenakan perbedaan waktu aplikasi pupuk kandang yang berbeda, sehingga kemungkinan kandungan unsur hara antar perlakuan berbeda jumlahnya. kandungan unsur hara makro maupun mikro yang di butuhkan tanaman terlalu sedikit jumlahnya.

Menurut Fahrudin (2009) menyatakan semakin tinggi dosis pupuk yang di berikan, maka kebutuhan N dalam tanaman semakin terpenuhi. Nitrogen sangat penting bagi pertumbuhan tanaman yaitu untuk pembentukan dan pembelahan sel baik dalam daun, batang, dan akar. Tanaman yang memiliki rerata tinggi paling besar menunjukkan bahwa proses pembelahan sel dalam batang juga berjalan sangat baik.



Gambar 6. Rerata Tinggi Tanaman Sawi dari Empat Minggu Pengamatan

Grafik diatas menunjukkan pada empat kali pengamatan tanaman sawi terus mengalami peningkatan mulai dari pengamatan pertama hingga pengamatan terakhir, tinggi tanaman tertinggi pada terakhir kali pengamatan di peroleh pada perlakuan pemberian pupuk 2 minggu setelah tanam, sedangkan untuk rata-rata tinggi tanaman terendah adalah pada perlakuan aplikasi pupuk kandang 2 minggu sebelum tanam. Menurut Shofiah (2016) keterkaitan populasi mikroorganism dengan kandungan bahan organik tanah sangatlah erat. Bahan organik (pupuk kotoran kambing) juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba PGPR sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Jadi penambahan bahan organik di samping sebagai sumber hara bagi tanaman, sekaligus sebagai sumber energi dan hara bagi mikroba.

4.5 Jumlah Daun Tanaman Sawi

Hasil analisis ragam yang dilakukan pada jumlah daun tanaman sawi menunjukkan tidak berpengaruh nyata dengan pemberian PGPR dan pupuk kandang kambing. Rerata jumlah daun akibat aplikasi PGPR *B. subtilis* dengan pupuk kandang kambing disajikan pada Tabel 8.

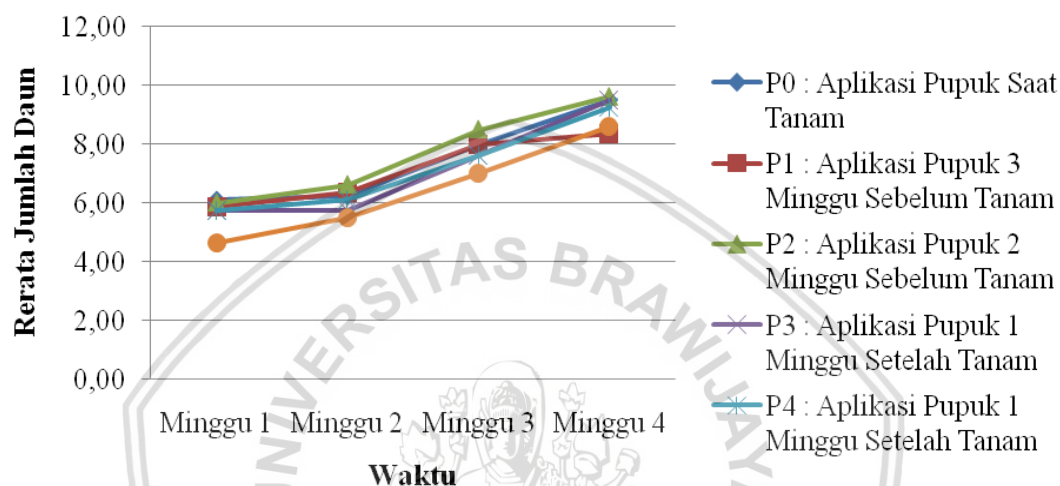
Tabel 8. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Jumlah Daun Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV

| Perlakuan | Jumlah Daun |
|--|-------------|
| Aplikasi Pupuk Saat Tanam (P0) | 7,46 b |
| Aplikasi Pupuk 3 Minggu Sebelum Tanam (P1) | 7,15 b |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Sebelum Tanam (P2) | 7,68 b |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Sebelum Tanam (P3) | 7,15 b |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Setelah Tanam (P4) | 7,18 b |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu SetelahTanam (P5) | 6,43 a |

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5 %

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil teringgi untuk jumlah daun adalah pada perlakuan aplikasi pupuk 2 minggu sebelum tanam, dimana kelima perlakuan juga memiliki hasil rata-rata jumlah daun yang hampir sama, yaitu perlakuan pupuk saat panen, perlakuan pupuk 3 minggu sebelum tanam, perlakuan pupuk 1 minggu sebelum tanam dan perlakuan pupuk 1 minggu setelah tanam, sedangkan untuk hasil terendah adalah pada perlakuan aplikasi pupuk

kandang 2 minggu setelah tanam. Hal ini dikarenakan pemberian pupuk kandang kotoran kambing sebagai pupuk biologi dan penambahan PGPR *B. subtilius* memberikan hasil yang baik. Semakin tinggi pemberian dosis pupuk kandang kambing, maka semakin banyak daun yang akan terbentuk. Tanaman yang cukup mendapat suplay N akan membentuk helai daun yang luas dengan kadar klorofil yang tinggi, sehingga tanaman dapat menghasilkan asimilat dalam jumlah yang cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatif (Shofiah, 2016).



Gambar 7. Rerata Jumlah Daun Tanaman Sawi Dari Empat Minggu Pengamatan

Dari gambar diatas dapat terlihat bahwa selama empat kali pengamatan jumlah daun dari tanaman sawi terus mengalami peningkatan yang signifikan dimana pada pengamatan terakhir terlihat bahwa perlakuan pemberian pupuk 2 minggu setelah tanaman memiliki hasil yang tertinggi diantara keenam perlakuan lainnya, perlakuan tersebut juga selalu menjadi perlakuan tertinggi diantara lima perlakuan lainnya tiap minggunya. Menurut Widyati, (2013) peningkatan jumlah daun disebabkan oleh pemberian PGPR dan pupuk kotoran kambing, semakin tersedianya nutrisi bagi bakteri PGPR maka bakteri PGPR akan sukses mengkoloni bagi bagian akar bawah tanaman sehingga menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Pemberian PGPR dalam tanaman diduga mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti indol asam asetat (IAA), giberellin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar (Husein, *et al.*, 2003).

4.6 Bobot Basah Tanaman Sawi

Dari hasil analisis ragam yang dilakukan, menunjukkan bahwa infeksi TuMV berpengaruh tidak nyata pada hasil pengukuran bobot basah tanaman sawi. Pengukuran bobot tanaman dilakukan dengan mengukur bobot tanaman beserta akarnya setelah panen. Rerata bobot basah tanaman sawi yang terinfeksi TuMV dari hasil uji lanjut BNT pada keenam perlakuan disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Rerata Bobot Basah Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV

| Perlakuan | Bobot Basah Tanaman (gr) |
|--|--------------------------|
| Aplikasi Pupuk Saat Tanam (P0) | 47,06 |
| Aplikasi Pupuk 3 Minggu Sebelum Tanam (P1) | 45,81 |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Sebelum Tanam (P2) | 42,75 |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Sebelum Tanam (P3) | 50,00 |
| Aplikasi Pupuk 1 Minggu Setelah Tanam (P4) | 48,94 |
| Aplikasi Pupuk 2 Minggu Setelah Tanam (P5) | 47,44 |

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa bobot basah tertinggi akibat infeksi TuMV terdapat pada tanaman sawi perlakuan aplikasi pupuk 1 minggu sebelum tanam yakni sebesar 50,00 gram, sedangkan perlakuan yang memiliki bobot basah paling rendah yaitu perlakuan aplikasi pupuk 2 minggu sebelum tanam sebesar 42,75 gram. Pemberian pupuk kandang kotoran kambing dapat memperbaiki struktur tanah, porositas, permeabilitas, dan meningkatkan kemampuan untuk menahan air, disamping itu pupuk kandang juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti meningkatkan kemampuan menyerap kation sebagai sumber unsur hara makro dan mikro serta meningkatkan pH pada tanah (Fahrudin, 2009).



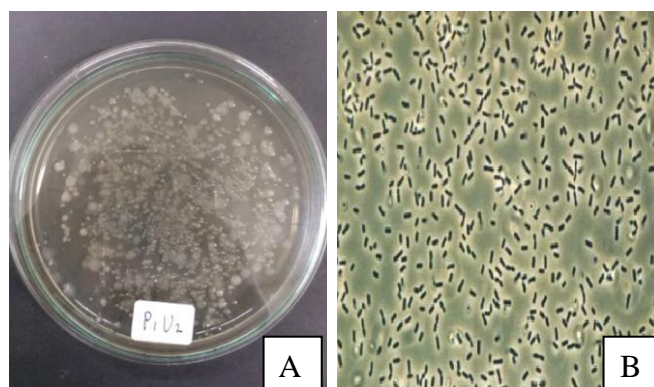
Gambar 8. Hasil Panen Tanaman Sawi

Hasil pengukuran bobot basah tanaman sawi pada keenam perlakuan tidak berbeda nyata hal ini dikarenakan pada semua perlakuan diberikan penambahan pupuk kandang kotoran kambing serta penambahan bakteri *B. subtilis*, sehingga dapat diketahui bahwa perlakuan bakteri PGPR *B. subtilis* + pupuk kandang kotoran kambing berperan dalam peningkatan bobot basah dan produksi tanaman. Peningkatan bobot basah dan produksi pada suatu tanaman dapat berkaitan dengan bertambahnya protoplasma, hal ini terjadi akibat ukuran dan jumlah selnya bertambah (Prakoso, 2016)

Pertumbuhan protoplasma terjadi melalui peristiwa metabolisme dimana air, karbon dioksida dan garam-garam organik diubah menjadi cadangan makanan melalui proses fotosintesis. Adanya PGPR juga bisa memberikan dampak positif bagi tanaman dalam segi peningkatan pertumbuhan, dan produksi tanaman. Menurut Febriyanti (2015) menyatakan bahwa isolat tunggal *B. subtilis*, kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. serta kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobactersp.* mampu meningkatkan bobot basah polong kacang tanah. Aktifitas tersebut meliputi penyediaan unsur NPK, hormon pertumbuhan, produksi antibiotik yang dapat berpengaruh negatif pada patogen. Kandungan unsur hara pada pupuk kandang kambing tidak terlalu tinggi tetapi mempunyai keistimewaan lain yaitu mampu mengembangkan kehidupan jasad renik (mikroorganisme) di dalam tanah (Dewi, 2016) sehingga penggunaan pupuk kandang kambing + PGPR *Bacillus subtilis* dapat meningkatkan jumlah bobot basah pada tanaman sawi.

4.7 Pertumbuhan Bakteri *Bacillus subtilis* pada Tanaman Sawi

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan bakteri yang sudah dilakukan dapat terlihat bahwa bakteri tumbuh dengan baik pada media NA (Natrium Agar), Kerapatan Bakteri di sajikan dalam tabel 10.



Gambar 9. Bakteri *B. subtilis*, a) Kerapatan Makroskopis; b) Kerapatan Mikroskopis

Pada keenam perlakuan yang telah dilakukan dapat terlihat bentuk dari bakteri *Basillus subtilis* pada media Natrium Agar (NA) mempunyai koloni berwarna putih agak kekuningan, sementara kerapatan bakteri yang hidup pada perakaran tanaman kailan berbeda-beda (Prasetyaningrum, 2016). Hal ini sama dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan ini menunjukkan bahwa aplikasi PGPR *Basillus subtilis* memiliki hasil yang berbeda – beda, baik pengambilan sampel pada saat 2 minggu setelah tanam maupun pengambilan sampel 4 minggu setelah tanam.

Tabel 10. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Bakteri *B. subtilis* pada Tanaman Sawi Akibat Infeksi TuMV

| Perlakuan | Kerapatan Bakteri (cfu/ml) | | Pertumbuhan Populasi <i>B. subtilis</i> (%) |
|------------------------|----------------------------|--------------------|---|
| | 12 Hst | 28 Hst | |
| Saat Tanam | $0,71 \times 10^8$ | $1,50 \times 10^8$ | 111 |
| 3 Minggu Sebelum Tanam | $1,63 \times 10^8$ | $3,15 \times 10^8$ | 93 |
| 2 Minggu Sebelum Tanam | $2,87 \times 10^8$ | $3,67 \times 10^8$ | 27 |
| 1 Minggu Sebelum Tanam | $0,86 \times 10^8$ | $3,65 \times 10^8$ | 324 |
| 1 Minggu Setelah Tanam | $2,50 \times 10^8$ | $3,21 \times 10^8$ | 28 |
| 2 Minggu Setelah Tanam | $1,21 \times 10^8$ | $2,11 \times 10^8$ | 74 |

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah dilakukan pemanenan bakteri *B. subtilis* mengalami peningkatan jumlah koloni pada semua perlakuan, dengan jumlah tertinggi koloni bakteri adalah pada perlakuan Aplikasi pupuk kandang dua minggu sebelum tanam ulangan satu, sementara yang terendah pada perlakuan Aplikasi pupuk kandang pada saat tanam ulangan pertama, hal ini dikarenakan pupuk kandang kambing dapat menekan jumlah mikroorganisme

dalam tanah sehingga populasi dari mikroorganisme tersebut mengalami peningkatan. Menurut Dewi (2016) Kandungan unsur hara pada pupuk kandang kambing tidak terlalu tinggi tetapi mempunyai keistimewaan lain yaitu mampu mengembangkan kehidupan jasad renik (mikroorganisme) di dalam tanah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi bakteri PGPR *B. subtilis* tumbuh dengan baik diperakaran tanaman sawi, sehingga dapat diasumsikan bahwa PGPR *B. subtilis* tersebut berperan penting dalam menghambat serangan TUMV, pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi.

4.8 Pembahasan Umum

Pemberian PGPR *B. subtilis* dan pupuk kandang kotoran kambing memberikan interaksi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Interaksi yang terjadi antara perlakuan pemberian PGPR dan pupuk kandang kotoran kambing dikarenakan kedua perlakuan saling mendukung atau saling menekan pengaruh masing-masing untuk mengendalikan infeksi TuMV, pertumbuhan serta produksi tanaman sawi. Pada variabel pengamatan berdasarkan perhitungan hasil analisis ragam berbeda nyata pada masa inkubasi, intensitas serangan penyakit, tinggi tanaman sawi, jumlah daun tanaman sawi, sedangkan pada bobot basah tanaman sawi menghasilkan data tidak berbeda nyata.

Pemberian PGPR *B. subtilis* dan pupuk kandang kotoran kambing mampu memperlambat masa inkubasi dari serangan TuMV pada tanaman sawi, waktu yang berbeda - beda pada setiap perlakuan juga memiliki hasil yang berbeda - beda pula, untuk waktu pemberian pupuk kandang terbaik dengan hasil masa inkubasi terlama, tinggi tanaman tertinggi, serta serangan intensitas penyakit terendah adalah pada perlakuan aplikasi pupuk kandang kotoran kambing pada saat 2 minggu setelah tanam, hal ini dikarenakan kemungkinan PGPR *B. subtilis* terlebih dahulu telah menyebabkan tanah tersebut telah melakukan perannya.

PGPR memiliki sifat bioprotektan yaitu berfungsi untuk menekan perkembangan hama dan penyakit yang ada, dan sebagai biostimulan yaitu berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman karena PGPR mampu memproduksi fitohormon yang terdiri dari IAA (*Indole Acetic Acid*), sitokinin dan

Giberelin (Tenua, 2006). Maka pemberian pupuk pada saat 2 minggu setelah tanam merupakan waktu yang terbaik pada saat aplikasi pupuk kandang, dimungkinkan karena pada saat itu bakteri *B. subtilis* dapat mendekomposisikan pupuk kandang kotoran kambing.

Menurut Ginting (2016), PGPR *B. subtilis* berperan sebagai dekomposer pupuk kotoran kambing sehingga dapat mensuplai unsur hara bagi pertumbuhan, produksi tanaman bawang merah. Selain itu Qadaryani (2015) menyatakan koloni PGPR dalam tanah berkembang baik karena tempat tinggal bakteri tersebut cocok dengan pertumbuhan dan perkembangan biakan bakteri. Menurut Rihana (2013), pemberian pupuk kandang kotoran kambing akan mempengaruhi unsur hara, perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Untuk pengamatan jumlah daun terbanyak adalah pada perlakuan aplikasi pupuk kandang kotoran kambing 2 minggu sebelum tanam, hal ini kemungkinan karena pemberian PGPR *B. subtilis* dan pupuk kandang kotoran kambing, semakin tersedianya nutrisi bagi bakteri PGPR maka bakteri PGPR akan selalu mengkoloni bagian akar tanaman sehingga menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman (Widyati, 2013). Pemberian PGPR pada tanaman di duga mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti IAA (*Indole Acetic Acid*), giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar (Husein *et al.*, 2003). Menurut Janah (2015) hormon-hormon ini yang diyakini mampu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan merangsang organ vegetatif tanaman seperti daun dan organ tanaman lain.

Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik meliputi perbaikan struktur tanah, porositas, daya mengikat air dan juga peningkatan ketahanan terhadap erosi, pengaruh bahan organik terhadap sifat kimia tanah dengan meningkatkan C-organik tanah dan memperbaiki pH tanah sedangkan pengaruh bahan organik terhadap sifat biologi tanah berkaitan dengan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah yang akan meningkat terutama yang berkaitan dengan proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik (Atmojo, 2003). Bakteri yang berperan baik dalam dekomposisi bahan organik ialah *Pseudomonas* sp., *Basilus* sp., *Aspergillus* sp. yang merupakan bakteri dan fungi yang terdapat di

dalam PGPR yang akan mendekomposisi pupuk kotoran kambing dan diberikan pada tanaman bawang merah sehingga proses mineralisasi berjalan lebih cepat dan penyediaan hara bagi tanaman lebih baik (Ginting, 2016).

Bobot basah tanaman sawi setelah panen hasil tertinggi adalah pada perlakuan aplikasi pupuk 1 minggu sebelum tanam, hal ini dikarenakan aplikasi PGPR *B. subtilis* dan pupuk kandang saling berinteraksi. Bobot segar tanaman menunjukkan besarnya kandungan air dan bahan organik di dalam jaringan atau organ tanaman, bobot segar umumnya menunjukkan ciri pertumbuhan sedangkan berat kering menunjukkan efisiensi penyerapan dan pemanfaatan radiasi matahari oleh tajuk tanaman (Kastono *et al.*, 2005 dalam Ginting, 2016). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Noumavo *et al.* (2013) bakteri PGPR dapat meningkatkan biomassa pada tanaman jagung di dibandingkan dengan perlakuan kontrol dimana bakteri tersebut akan bekerja secara maksimal dengan adanya bahan makanan yang berasal dari kotoran kambing.

Peningkatan berat basah tanaman sawi tersebut secara langsung meningkatkan produksi hasil panen tanaman sawi yang didukung dengan peningkatan variabel pengamatan pertumbuhan tanaman seperti jumlah daun, tinggi tanaman, masa inkubasi, serta intensitas serangan penyakit. Peningkatan hasil tersebut dipengaruhi oleh pemberian PGPR *B. subtilis* dan pupuk kandang kotoran kambing terhadap tanaman sawi. Rizobakteri PGPR adalah bakteri yang hidup di daerah perakaran tanaman yang secara tidak langsung dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pertumbuhan tinggi dan perkembangan tanaman terjadi karena pembelahan sel, pemanjangan sel, pembentukan sel serta pembentukan jaringan baru, hal ini berkaitan dengan fungsi hormon yang dihasilkan oleh PGPR. Fungsi PGPR sebagai fitohormon juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman sawi. Menurut Dewi (2008) hormon auksin yang terdapat pada meristem apical berfungsi untuk pemanjangan sel sehingga hormon ini akan meningkat dengan pemberian PGPR sehingga akan meningkatkan jumlah sel dan ukuran sel bersama dengan hasil fotosintat sehingga akan mempercepat proses pertumbuhan vegetatif tanaman, selain auksin PGPR juga menghasilkan sitokinin dan giberelin yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan mempengaruhi

pembelahan sel, perpanjangan sel, dan diferensiasi sel. Menurut Sariwahyuni (2012) bahan organik berfungsi sebagai pelepasan unsur hara maupun terciptanya kondisi fisik yang lebih baik seperti perbaikan aerasi yang meningkatkan siklus O_2 lebih lancar, fungsi lain adalah menaikkan pH sehingga ketersediaan fosfat akan meningkat, sedangkan bakteri *Bacillus* sp. mampu mereduksi logam berat dan melarutkan fosfat. Pemberian pupuk kotoran kambing akan mempengaruhi unsur hara yang akan semakin meningkat dan akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Rihana, 2003).

Pemberian pupuk kandang kotoran kambing dapat meningkatkan jumlah umbi bawang merah karena mengandung unsur K lebih tinggi dari pupuk kotoran lain serta kadar hara N dan P hampir sama dengan pupuk kotoran sapi dan ayam. Unsur K berperan penting dalam mengatur tekanan osmosis turgor yang akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel serta membuka dan menutupnya stomata (Ginting, 2016). Tanaman yang cukup K akan lebih tahan terhadap serangan penyakit, pengaruh positif unsur K pada ketahanan tanaman terhadap penyakit terjadi melalui peningkatan pembentukan senyawa fenol yang bersifat fungisida dan menurunnya kandungan N anorganik dalam jaringan tanaman (Suhandi, 2013).

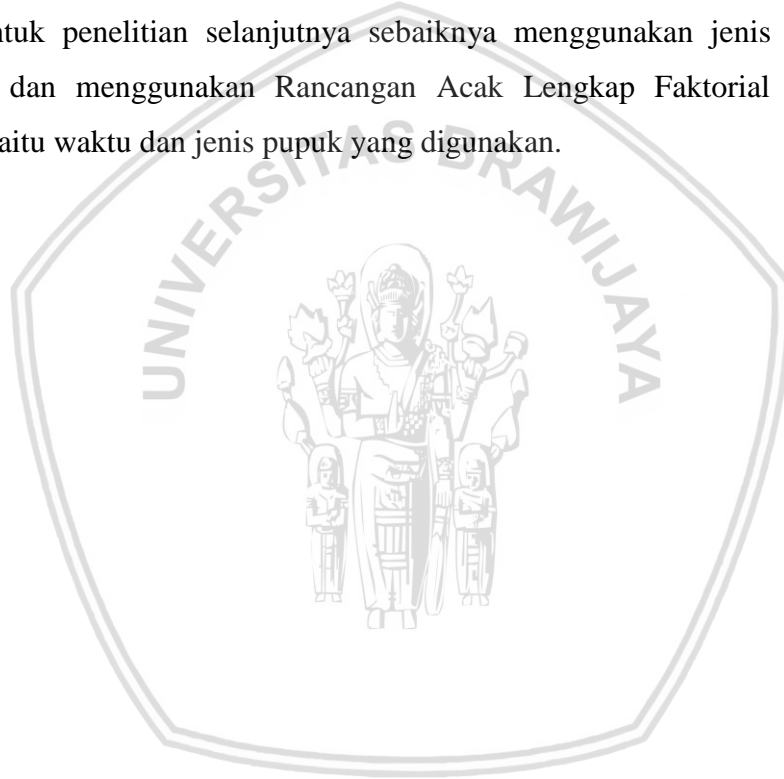
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu pemberian pupuk kandang baik sebelum tanam maupun setelah tanam tidak dapat meningkatkan peran *B. subtilis* dalam pengendalian TuMV, pertumbuhan, dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) meskipun relatif ada peningkatan pertumbuhan populasi bakteri *B. subtilis*.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan jenis pupuk yang berbeda dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor, yaitu waktu dan jenis pupuk yang digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan Jilid 3. Banyumedia. Malang. 137 pp.
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 695 pp.
- Ambarita, R., A. Lubis, dan H. Guchi. 2014. Penggunaan Rumput Laut (*Sargassum polycytrum*) sebagai Bahan Pupuk Cair dan Pengaruhnya terhadap Kandungan N, P, K, Ca, Mg, Tanah Ultisol dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) Organik. J. Online Agroekoteknologi. 2 (2): 793-802.
- Ashrafuzzaman, M., F. A. Hossen, M. R. Ismail, M. A. Hoque, M. Z. Islam, S. M. Shahidullah, dan S. Meon. 2009. Efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) for The Enhancement of Rice Growth. Africa J. Biotechnol. 8: 1247-1252.
- APS. 1997. Compendium of Lettuce Diseases. APS Press. Minnesota
- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2017. Diunduh dari www.bps.go.id pada tanggal 20 Desember 2017.
- Bos, L. 1990. Pengantar Virologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 226 pp.
- Buchanan, R. E dan N. E. Gibbons. 1974. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th Edition. The Williams & Wilkins Company. USA.
- CABI. 2007. Crop Protection Compendium. CAB International. Wallingford
- Compant, S., B. Duffy, J. Nawak, C. Cle'ment, dan E. D. A. Barka. 2005. Use of Plant Growth A Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanism of Action, and Future Prospects. Applied and Enviromental Microbiology. 72 (92): 4951 – 4959.
- Dewi, I. R. 2008. Rhizobacteria Pendukung Pertumbuhan Tanaman. Makalah Jurusan Budidaya Tanaman, Program Studi Agronomi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Jatinagor.
- Dewi, W. W. 2016. Respon Dosis Pupuk Kandang Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Varietas Hibrida. J. Viabel Pertanian. 10 (2): 11-29.
- Djaenudin. N. dan A. Muis. 2015. Karakterisasi Bakteri Antagonis *Bacillus subtilis* dan Potensinya Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Tanaman. 489 – 494.
- Fahrudin, F. 2009. Budidaya Caisim (*Brassia juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.

- Febriyanti, L. E., M. Martosudiro, dan T. Hadiastono. 2015. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Infeksi Peanut Stripe Virus (PStV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Gajah. J. HPT 3 (1): 84-92.
- Firdaus. 2009. Deteksi dan Karakterisasi Turnip Mosaic Virus Penyebab Penyakit Mosaic pada Tanaman Caisi (*Brassia campestris* L. spp. Chinensis). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Aceh.
- Ginting. W. D. B. R.. 2016. Pengaruh PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Pupuk Organik Kotoran Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Bauji. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Husin, E. and R. Saraswati. 2003. Effect of IAA Producing Bacteria on the Growth of Hot Pepper. J. Mikrobiol. Indonesia. 8 (1): 22-26.
- Hanim, N. Rachmania, I. H. Soemantri, N. Sumarni. 2007. Pengaruh Pupuk Biologi terhadap Pola Serapan Hara, Ketahanan Penyakit, Produksi dan Kualitas Hasil Beberapa Tanaman Pangan dan Sayuran Unggul. Litbang-Pertanian
- Hadiastono, T. 2010. Virologi Tumbuhan Dasar. Universitas Brawijaya Press. Malang. 86 pp.
- Heru, P. dan H. Yovita. 2003. Hidroponik Sayuran Semusim untuk Hobi dan Bisnis. Gramedia. Jakarta. 94 pp.
- ICTV. 2018. Turnip Mosaic Virus. Diunduh dari <http://ictvdb.biomirror.cn/ICTVdB/00.057.0.01.072.htm>. pada tanggal 28 Januari 2018.
- Jannah. D.C. 2005. Aplikasi Lama Perendaman PGPR dan Pemangkasan Pupuk terhadap Produksi Mentimun (*Curcumis sativus* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Margiyanto, E. 2005. Budidaya Tanaman Sawi. Diunduh dari <http://zuldesains.wordpress.com/2008/01/11/budidaya-tanaman-sawi/> pada tanggal 28 Januari 2018.
- Ningsih, S. R., dan D. Ermavitalini. 2012. Bioaugmentasi Bakteri Pelarut Fosfat Genus *Bacillus* pada Modifikasi Media Tanam Pasir dan Koms (1:1) untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica sinensis*). Intitut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Noumavo. P. A., E. Kochoni, Y. D. Didagbe, A. Adjanohoun, M. Allagbe, R. Sikirou, E. W. Gachomo, S. O. Kotchoni, L. B. Moussa. 2013. Effect of Different Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Maize Seed Germination and Seeding Development. American J. Plant Science 4: 1013 – 1021.
- Nurhayati. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Bandar Lampung. Universitas Lampung.
- Lin, C. C. dan L. S. Lian, 1993. Comparative Cruciferous Host Symptoms Isolated in Taiwan. Jour. Agric. Res. China. 32(4): 367-372.

- Lingga, P. dan Marsono, 2006. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Niaga Swadaya. Depok. 162 pp.
- Plant Virus Online. 2018. Description and List from Turnip Mosaic Potyvirus. Di unduh dari <http://sdb.im.ac.cn/vidе/dеscr85.htm> pada tanggal 23 Juli 2018.
- Prakoso, J. G., M. Martosudiro, dan F. Abdul C. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos dan PGPR terhadap Infeksi Turnip Mosaic Virus (TuMV), Pertumbuhan dan Produksi Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). J. HPT. 2 (2):4-6.
- Rai, M. K. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizer. Food Production Press. New York.
- Rihana, S. Y., B. S. Heddy, M. D. Maghfoer. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L). Pada Berbagai Dosis Pupuk Kotoran Kambing dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Dekamon. J. Produksi Tanaman. 1(4): 369- 377.
- Rochifa. H, M. Martosudiro, dan F. A Choliq. 2015. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang Terhadap Infeksi Turnip Mosaic Virus (TuMV) pada pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). J. HPT. 2(2): 13-14.
- Rukmana, R. 2002. Bertanam Petsai dan Sawi. Kanisius. Yogyakarta. 57 pp.
- Shofiah, D. K. R. 2016. Aplikasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Pupuk Organik Kotoran Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Manjung. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Shukla, D. D., W. W. Colin, dan A. B. Alan. 1994. The Potyviridae. CAB. International University Press. Cambridge.
- Sriwahyuni. 2012. Efektivitas BO, Bakteri Pelarut Fosfat *Bacillus megaterium* dan Bakteri Pereduksi Logam Berat Ni(II) dan Cu (II) *Pseudomonas aeruginosa* pada Tanah Oxisol di Kabupaten Lumu Timur. Disertasi. Universitas Hassanudin.
- Subandi. 2013. Perann dan Pengelolaan Hara Kalium untuk Produksi Pangan di Indonesia. Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang. Pengembangan Inovasi Prtanian. 6(1): 1-10.
- Suehiro, N., T. Natsuaki, T. Watanabe, dan S. Okuda. 2004. An Important Determinant of The Ability Of Turnip Mosaic Virus to Infect *Brassica* spp. and/or *Raphanus sativus* is in Its P3 protein. J. Gen. virol. 85: 2087-2098.
- Wahyudi, A. T. 2009. Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman: Prospeknya sebagai Agen Biostimular dan Biokontrol. Nano Indonesia. Diunduh dari www.nuace.com pada Tanggal 28 Januari 2018.
- Widyati, E. 2013. Dinamika Komunitas Mikroba di Rizosfir dan Kontribusinya terhadap Prtumbuhan Tanaman Hutan. Tekno Hutan Tanaman. 6(2): 55-64.





Gambar Lampiran 1. Serangan TuMV pada Tanaman Sawi a) Skala 0; b) Skala 1; c) Skala 2; d) Skala 3; e) Skala 4

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Masa Inkubasi Tanaman Sawi

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|--------|-------|-------|----------|------------|
| Perlakuan | 117,58 | 5,00 | 23,52 | 3,19 | 0,03 |
| Galat | 132,88 | 18,00 | 7,38 | | |
| Total | 250,46 | 23,00 | 10,89 | | |

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|--------|----|-------|----------|------------|
| Perlakuan | 37,98 | 5 | 7,60 | 0,27 | 0,92 |
| Galat | 503,64 | 18 | 27,98 | | |
| Total | 541,62 | 23 | 23,55 | | |

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi Minggu Ke-1

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 0,019135 | 5 | 0,003827 | 4,530008 | 2,772853 |
| Galat | 0,015207 | 18 | 0,000845 | | |
| Total | 0,034342 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi Minggu Ke-2

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 0,019135 | 5 | 0,003827 | 4,530008 | 2,772853 |
| Galat | 0,015207 | 18 | 0,000845 | | |
| Total | 0,034342 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi Minggu Ke-3

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 111,4342 | 5 | 22,28684 | 2,579871 | 2,772853 |
| Galat | 155,4973 | 18 | 8,638739 | | |
| Total | 266,9315 | 23 | | | |



Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Sawi Minggu Ke-4

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 186,1031 | 5 | 37,22061 | 0,741878 | 2,772853 |
| Galat | 903,0745 | 18 | 50,1708 | | |
| Total | 1089,178 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Sawi

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|---------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 37,6312 | 5 | 7,52623 | 0,298681 | 0,907246 |
| Galat | 453,569 | 18 | 25,19826 | | |
| Total | 491,2 | 23 | 21,35651 | | |

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Sawi Minggu Ke-1

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 36,40333 | 5 | 7,280667 | 3,518056 | 2,772853 |
| Galat | 37,25125 | 18 | 2,069514 | | |
| Total | 73,65458 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Sawi Minggu Ke-2

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 69,815 | 5 | 13,963 | 4,442002 | 2,772853 |
| Galat | 56,58125 | 18 | 3,143403 | | |
| Total | 126,3963 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 10. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Sawi Minggu Ke-3

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 35,86958 | 5 | 7,173917 | 1,981593 | 2,772853 |
| Galat | 65,165 | 18 | 3,620278 | | |
| Total | 101,0346 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 11. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Sawi Minggu Ke-4

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|------------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 55,6917708 | 5 | 11,13835 | 4,156264 | 2,772853 |
| Galat | 48,238125 | 18 | 2,679896 | | |
| Total | 103,929896 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 12. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Sawi

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|--------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 3,5764 | 5 | 0,71529 | 0,273218 | 0,921836 |
| Galat | 47,124 | 18 | 2,618019 | | |
| Total | 50,701 | 23 | 2,204383 | | |

Tabel Lampiran 13. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Sawi Minggu Ke-1

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 5,84375 | 5 | 1,16875 | 2,456934 | 2,772853 |
| Galat | 8,5625 | 18 | 0,475694 | | |
| Total | 14,40625 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 14. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Sawi Minggu Ke-2

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 3,427083 | 5 | 0,685417 | 1,022798 | 2,772853 |
| Galat | 12,0625 | 18 | 0,670139 | | |
| Total | 15,48958 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 15. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Sawi Minggu Ke-3

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 5,083333 | 5 | 1,016667 | 1,230252 | 2,772853 |
| Galat | 14,875 | 18 | 0,826389 | | |
| Total | 19,95833 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 16. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Sawi Minggu Ke-4

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|----------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 5,427083 | 5 | 1,085417 | 0,916716 | 2,772853 |
| Galat | 21,3125 | 18 | 1,184028 | | |
| Total | 26,73958 | 23 | | | |

Tabel Lampiran 17. Analisis Ragam Bobot Basah Tanaman Sawi

| Sumber Keragaman | JK | db | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------|---------|----|----------|----------|------------|
| Perlakuan | 129,688 | 5 | 25,9375 | 0,462453 | 0,798988 |
| Galat | 1009,56 | 18 | 56,08681 | | |
| Total | 1139,25 | 23 | 49,53261 | | |

Tabel Lampiran 18. Deskripsi Sawi Varietas Tosakan

| | |
|--|---|
| Nama lain | : Caisim (Bangkok) |
| Umur Tanaman | : 30 hari |
| Bentuk Tanaman | : Besar, semi buka dan tegak |
| Batang | : Tumbuh memanjang dan memiliki banyak tunas |
| Tangkai bunga | : Panjang dan langsing |
| Warna tangkai bunga | : Hijau tua |
| Bentuk daun | : Lebar, panjang dan memiliki pinggir daun rata |
| Warna daun | : Hijau |
| Potensi produksi | : 150-200 g/tanaman |
| Sumber | : PT. East West Seed Indonesia, Purwokerto |
|  | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| P1U4 | P3U2 | P3U3 | P5U2 | P4U2 | P2U4 |
| P0U2 | P6U3 | P2U2 | P1U2 | P2U1 | P1U3 |
| P4U3 | P2U3 | P4U4 | P4U1 | P6U4 | P3U4 |
| P5U3 | P5U3 | P1U1 | P3U1 | P6U1 | P5U4 |

Gambar Lampiran 2. Denah Pengacakan

