

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil analisis sifat kimia tanah di delapan lokasi sampel

Hasil analisis sifat kimia tanah lahan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) setiap sample tanah yang diambil dari ketinggian yang berbeda dan intensitas serangan penyakit layu bakteri akibat dari *Ralstonia solanacearum* didapatkan pada (Tabel 3). Berikut ini :

Tabel 3. Hasil analisis sifat kimia tanah dari delapan lokasi pertanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) yang berbeda dan intensitas serangan patogen layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*)

Perlakuan	Terhadap contoh kering 105° C						
	pH H ₂ O	pH KCL	C-org Kurmis	N Kjedadhl	P ₂ O ₅ Bray I	K NH ₄ Ac pH 7,0	IP survei
	1:5		%		Ppm	Cmol ⁺ /k g	%
A0	6,28	5,33	2,27	0,12	257	1,27	100
A1	7,10	5,75	1,22	0,11	168	1,32	25
A2	7,14	5,80	1,39	0,12	140	4,43	25
A3	5,82	5,07	1,23	0,08	36,5	1,49	2
A4	4,87	4,08	1,53	0,11	389	0,89	20
A5	6,86	5,63	1,76	0,14	197	4,96	0
A6	6,58	5,66	3,29	0,13	86,8	0,13	20
A7	5,54	5,25	4,06	0,12	29,2	1,27	10

Keterangan : Tanah Endemik A0 (control), Non Endemik : A1(>400 mdpl), A2(400–600 mdpl), A3(600–800 mdpl), A4(800–1000 mdpl), A5(1000–1200 mdpl), A6(1200–1400 mdpl) dan A7(>1400 mdpl), IP survei(Intensitas penyakit hasil survei).

Dari hasil survei dilapangan dengan petani yang bersangkutan didapatkan bahwa perlakuan A0 adalah tanah endemik patogen, ialah keadaan dimana daerah tersebut terjadi serangan patogen yang sama pada kurun waktu yang lama. Tanah A0(endemik) mempunyai intensitas serangan hingga 100%, tingkat derajat kemasaman tanah endemik hasil analisa yang diperoleh pada sampel dilapangan mendapatkan bahwa kemasaman tanah pada tanah endemik mencapai 6,28 maka tanah mempunyai keasaman netral, kandungan bahan organik yang didapat pada tanah endemik mencapai 2,27%, sedang untuk unsur N, P dan K yang didapat sebagai berikut : nitrogen 0,12%; fosfor 257 ppm; kalium 1,27 Cmol⁺/kg.

Survei juga dilakukan pada beberapa tanah yang berbeda untuk tanah non endemik dengan serangan patogen antara 0–25%. Non endemik ialah keadaan

suatu lokasi yang menandakan ketiadaan suatu patogen tertentu atau hanya sedikit adanya serangan akibat patogen tanaman. Survei dilakukan pada tujuh tempat dengan lokasi yang berbeda serta ketinggian yang berbeda. Perbedaan ketinggian dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan patogen layu bakteri akibat *R. solanacearum* menginfeksi tanaman dengan kondisi lingkungan pada lokasi tersebut, selain itu mencari faktor abiotik terutama sifat kimia tanah pada lokasi tersebut berpengaruh atau tidak terhadap patogen layu bakteri akibat *R. solanacearum*.

Pada lahan A1(>400 mdpl) intensitas serangan penyakit akibat layu bakteri *R. solanacearum* mencapai 25%, dan untuk hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan tersebut didapatkan bahwa derajat keasaman tanah (pH) mencapai 7,10 atau dapat dinyatakan sebagai tanah basa. Sedangkan untuk bahan organik yang terkandung dalam tanah tersebut diperoleh 1,22%, dan unsur NPK yang terkandung dalam tanah tersebut diperoleh sebagai berikut nitrogen 0,11 %; fosfor 168 ppm; dan kalium 1,32 Cmol⁺/kg.

Pada lahan A2(400–600 mdpl) tingkat intensitas serangan penyakit akibat layu bakteri *R. solanacearum* mencapai 25%, dan hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan tersebut didapatkan bahwa derajat keasaman tanah (pH) mencapai 7,14 atau dapat dinyatakan sebagai tanah basa, sedang untuk bahan organik yang terkandung dalam tanah diperoleh 1,39%, dan unsur NPK yang terkandung dalam tanah tersebut ialah sebagai berikut nitrogen 0,12%; fosfor 140 ppm; kalium 4,43 Cmol⁺/kg.

Pada lahan A3(600–800 mdpl) tingkat serangan penyakit akibat layu bakteri *R. solanacearum* hanya 2%, dan hasil analisis sifat kimia pada lahan tersebut didapatkan bahwa derajat keasaman tanah (pH) ialah 5,82 dan termasuk dalam pH netral pada tanah. sedang bahan organik yang terkandung dalam tanah tersebut diperoleh 1,23%, dan unsur NPK yang terkandung dalam tanah tersebut ialah sebagai berikut nitrogen 0,08%; fosfor 36,5 ppm dan kalium 1,49 Cmol⁺/kg.

Pada lahan A4(800–1000 mdpl) tingkat serangan patogen akibat layu bakteri *R. solanacearum* mencapai 20%. Hasil analisis sifat kimia pada lahan tersebut didapatkan bahwa derajat keasaman tanah (pH) ialah 4,87 dan termasuk dalam tanah masam. Kandungan bahan organik pada tanah tersebut didapatkan

1,53%, sedangkan unsur NPK yang terkandung didalam tanah tersebut didapat sebagai berikut nitrogen 0,11%; fosfor 389 ppm; dan kalium 0,89 Cmol⁺/kg.

Pada lahan A5(1000–1200 mdpl) intensitas serangan patogen akibat layu bakteri *R. solanacearum* tidak terjadi atau 0%. Hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan tersebut didapatkan derajat keasaman tanah (pH) ialah 6,86 dan termasuk netral. Kandungan bahan organik yang ada didalam tanah tersebut diperoleh nilai 1,76%, sedang unsur NPK yang terkandung didalam tanah tersebut sebagai berikut nitrogen 0,14%; fosfor 197 ppm dan kalium 4,96 Cmol⁺/kg.

Pada lahan A6(1200–1400 mdpl) intensitas serangan patogen akibat serangan layu bakteri *R. solanacearum* mencapai 20%. Hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan tersebut didapatkan bahwa derajat keasaman tanah (pH) ialah 6,58. Kandungan bahan organik yang ada didalam tanah tersebut diperoleh mencapai 3,29%. Sedangkan unsur NPK yang terkandung pada tanah tersebut didapatkan sebagai berikut nitrogen 0,13%; fosfor 86,8 ppm dan kalium 0,13 Cmol⁺/kg.

Pada lahan A7(>1400 mdpl) intensitas serangan patogen akibat serangan layu bakteri *R. solanacearum* mencapai 10%. Hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan tersebut didapatkan bahwa derajat keasaman tanah (pH) ialah 5,54. Kandungan bahan organik yang ada didalam tanah tersebut diperoleh nilai 4,06%, sedangkan unsur NPK yang terkandung dalam tanah tersebut ialah sebagai berikut nitrogen 0,12%; fosfor 29,2 ppm dan kalium 1,27 Cmol⁺/kg.

4.2 Pengaruh sifat kimia tanah pada tanaman tomat dan bakteri *R.solanacearum*

4.2.1 Penghambatan pertumbuhan bakteri *R.solanacearum*

4.2.1.1 Intensitas serangan penyakit layu bakteri *R. solanacearum*

Pengamatan dilakukan setelah gejala penyakit muncul. Gejala penyakit layu bakteri akibat *R. solanacearum* berupa layunya daun atau seluruh bagian tanaman. Gejala akibat bakteri *R. solanacearum* mulai muncul pada saat 12 hari setelah inokulasi pada tanaman tomat. Hasil dari pengamatan intensitas penyakit ditampilkan pada (Tabel 4) dibawah ini :

Tabel 4. Rerata Intensitas serangan akibat inokulasi bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tanaman tomat

Perlakuan	Waktu pengamatan (hsi)					
	12 hsi	15 hsi	18 hsi	21 hsi	24 hsi	27 hsi
A0	87,5 b	87,5c	87,5b	87,5c	87,5c	87,5c
A1	12,5 a	12,5ab	12,5a	12,5ab	12,5ab	12,5ab
A2	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
A3	25,0 a	25,0ab	37,5ab	37,5abc	37,5abc	37,5abc
A4	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
A5	12, a	12,5ab	12,5a	12,5ab	12,5 ab	12,5ab
A6	25,0 a	62,5bc	62,5ab	62,5bc	62,5 bc	62,5bc
A7	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

Keterangan : Tanah Endemik A0 (control), Non Endemik : A1(>400 mdpl), A2(400–600 mdpl), A3(600–800 mdpl), A4(800–1000 mdpl), A5(1000–1200 mdpl), A6(1200–1400 mdpl) dan A7(>1400 mdpl) ; bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama maka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ 5%)

Berdasarkan hasil sidik ragam pada (Tabel 4) pengamatan intensitas penyakit akibat serangan layu bakteri *R. solanacearum*, bahwa kontrol (endemik) yang ditambahkan dengan inokulasi *R. solanacearum* mempunyai perbedaan yang nyata dengan tanah yang lainnya. Kerapatan bakteri yang digunakan untuk inokulasi berkisar antara 10^6 – 10^8 cfu/ml. Hasil pengamatan intensitas tanah endemik lebih besar dibandingkan dengan menggunakan beberapa tanah dengan lokasi yang berbeda.

Perbedaan yang signifikan terjadi pada perlakuan A2(400–600 mdpl), A4(800–1000 mdpl) dan A7(>1400 mdpl), karena menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kontrol yaitu tanah A0 (endemik). Dari (Tabel 4) didapatkan bahwa tidak terjadi serangan sama sekali pada perlakuan A2, A4 dan A7.

Pada hasil analisis tanah (Tabel 3) menunjukkan perlakuan A2 mempunyai pH tanah 7,14 yang tinggi dari pada pH perlakuan tanah yang lain dan kandungan kalium $4,14 \text{ Cmol}^+/\text{k}$. Menurut Soesanto *et al.* (2005), mengemukakan bahwa berbagai jenis patogen tular tanah menunjukkan pola perkembangan yang berbeda sesuai dengan sifat kebiasaan dan kemasaman tanah. patogen tanah tertentu akan tertekan perkembangannya pada kemasaman tertentu dapat dilihat dari kemampuan hidup patogen tersebut *R. solanacearum* dapat hidup dengan baik pada tanah dengan pH tanah 5,23 (Dalmadiyo *et al.*, 2000). Selain itu unsur

kalium (K) merupakan unsur yang dibutuhkan tanaman untuk memberikan ketahanan tanaman terhadap patogen yang akan menyerang (Timothy dan Arnold, 2010). Dapat diduga dengan pH 7,14 dan unsur K 4,14 Cmol⁺/k yang ditunjukkan pada (Tabel 3) pada perlakuan tanah A2 perkembangan penyakit layu bakteri akibat *R. solanacearum* dapat tertekan oleh pH tanah dan tingginya unsur kalium.

Pada perlakuan A4 pada (Tabel 3) menunjukkan kandungan unsur fosfor (P) yang tinggi didalam tanah yaitu 389 ppm. Kang *et al.* (2004), mengemukakan bahwa keberadaan unsur P didalam tanah berkorelasi negatif dengan kejadian penyakit layu bakteri pada tembakau, maka dapat dikatakan apabila kandungan unsur P didalam tanah rendah maka kejadian penyakit layu akan meningkat, pada perlakuan A4 kandungan unsur P lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan pada perlakuan tanah yang lainnya.

Pada perlakuan A7 pada (Tabel 3) menunjukkan bahwa kandungan bahan organik pada tanah ini lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanah yang lainnya yaitu 4,06%. Peran bahan organik dalam menekan perkembangan patogen tidak hanya dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, juga dengan meningkatkan kesehatan akar tanaman sehingga menjadikan tanaman lebih tahan terhadap penyakit (Manici *et al.*, 2005). Menurut Hidayah dan Djajadi (2009), sifat-sifat tanah akan dapat mempengaruhi perkembangan patogen tular tanah pada tembakau, dengan peningkatan bahan organik tanah dan serapan P oleh tanaman akan membantu dalam penekanan patogen tular tanah dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen tular tanah.

Berdasarkan hasil penelitian Hadiwiyono (2009), bahwa kandungan nitrogen 0,52%, posfor 9,79 ppm, kalium 0,59 dan pH 6,18 telah dapat menekan perkembangan patogen *Fusarium oxysporum* pada tanaman tembakau di Tawangmangu. Intensitas penyakit patogen tular tanah, cenderung lebih meningkat akibat dari KTK (Kapasitas Pertukaran Kation) yang tinggi, kandungan bahan organik yang tinggi, kandungan unsur hara nitrogen yang tinggi, tetapi kandungan unsur fosfor dan kalium rendah. Unsur kalium dan fosfor telah banyak dikemukakan dapat mengimbangi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen tertentu, seperti karat daun dan virus bilur pada kacang tanah (Hadiwiyono *et al.*, 2005), fungi, bakteri dan virus patogen pada melon (Reuvani *et al.*, 1993). Selain

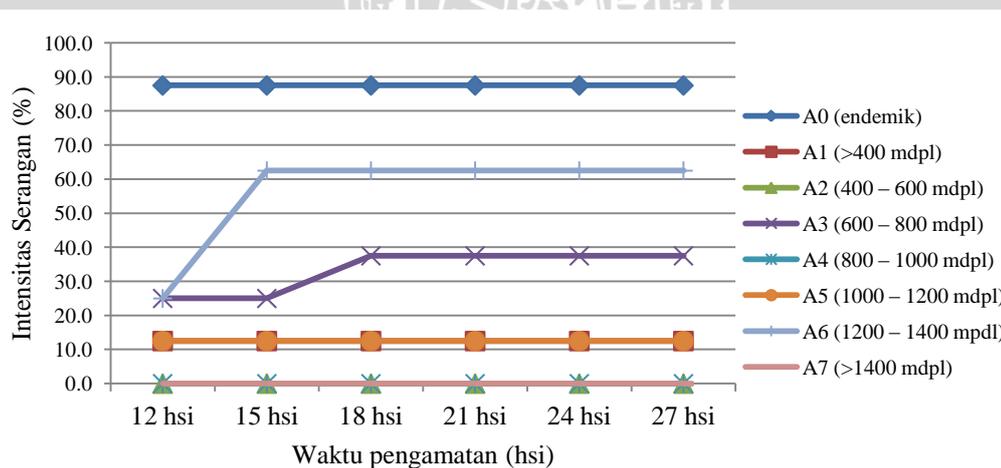
itu perubahan derajat keasaman tanah (pH) didalam tanah yang melalui proses biotik dan abiotik akan mempengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah. Pelepasan ion H⁺ pada reaksi redox dan fermentasi atau dari air hujan yang melisis tanah dapat mengurangi pH didalam tanah. pH dengan derajat antara 6–7 atau netral merupakan keadaan yang sesuai untuk mikroorganisme didalam tanah. Alterasi pH dapat menimbulkan ketidakaktifan enzim pada mikroorganisme dan mengubah sifat protein dengan sel yang terjadi pada munculnya aktifitas mikroorganisme.

Menurut Hidayah dan Djajadi (2009), bahwa perkembangan penyakit tular tanah yang tinggi pada umumnya berkaitan dengan faktor-faktor tanah yang kondusif terhadap perkembangan patogen, seperti bahan organik rendah, pH tanah yang umumnya masam, tekstur tanah lempung berpasir dan rendahnya kadar fosfor.

Tabel 5. Sifat – sifat tanah yang mempengaruhi perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman

Faktot tanah	Kondisi yang mendukung Perkembangan penyakit	Kondisi yang menekan Perkembangan penyakit
Teksturs	Lempung berpasir	Pasir berlempung
Bahan organik	Kadar rendah	Kadar tinggi
pH tanah	Asam – netral	Basa
Unsur hara	Kadar fosfat rendah	Kadar fosfat tinggi

Sumber pustaka : Nuruh Hidayah dan Djajadi, 2009



Gambar 6. Grafik pengamatan intensitas penyakit akibat inokulasi patogen *R.solanacearum* pada tanaman tomat

Pada (Gambar 6), dapat dilihat lebih jelas kenampakan banyaknya atau tingginya rerata serangan layu bakteri akibat patogen *R. solanacearum*. pada

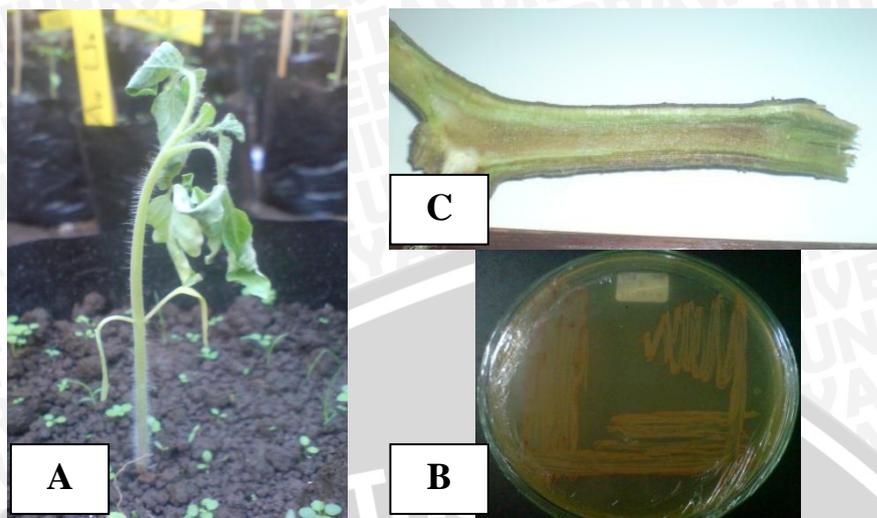
(Tabel 4) tentang rerata intensitas juga telah menjelaskan tentang rerata tingginya serangan layu bakteri, tetapi dengan melihat (Gambar 6) dapat dinyatakan serangan tertinggi pada tanah perlakuan A0(endemik) sebagai perlakuan kontrol dengan nilai intensitas 87,5% dan telah diduga tanah yang endemik oleh patogen layu bakteri *R. solanacearum*. diikuti dengan tanah A1(>400 mdpl), A3(600–800 mdpl), A5(1000–1200 mdpl) dan A6(1200–1400 mdpl). Tetapi serangan yang tampak pada keempat tanah ini hanya berkisar antara 12,5%–62,5%. Pada hasil wawancara yang dilakukan dilapangan dengan petani yang ada didaerah tersebut pada (Lampiran 1) menjelaskan bahwa A0(endemik) mempunyai intensitas serangan layu tanaman hingga mencapai 90% dilapangan A1, A3, A5 dan A6 berkisar antara 2–25 % tingkat serangan layu tanaman tomat yang ada dilapangan. Layu tanaman yang ada pada tanaman tomat dilapangan oleh petani disebut dengan istilah *slam* atau layu keseluruhan bagian tanaman, layu ini dapat disebabkan oleh mikroorganisme didalam tanah berupa jamur, bakteri atau nematoda patogen tanaman.

Peningkatan rerata intensitas serangan patogen layu bakteri *R. solanacearum* pada (Gambar 8), ditunjukkan pada perlakuan A1, A3, A5 dan A6 pada 15 hsi–27 hsi, diduga dipengaruhi adanya faktor abiotik didalam tanah seperti unsur hara, keasaman tanah, dan kadar bahan organik tanah. Kandungan hara yang terdapat dalam tanah akan berpengaruh terhadap perkembangan penyakit layu bakteri *R. solanacearum* (Nurul *et al.*, 2009). Unsur NPK didalam tanah atau yang telah ditambahkan kedalam tanah dapat menimbulkan tanaman menjadi sehat atau bisa juga menimbulkan tanaman menjadi rentan. Kandungan unsur nitrogen didalam tanah atau dengan penambahan menggunakan pupuk, memberikan kenampakan tanaman terlihat sehat. Kenampakan ini terlihat karena, unsur nitrogen merupakan asupan yang digunakan tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan jumlah tandan bunga (Rosman *et al.*, 2012), tetapi kelebihan unsur nitrogen akan dapat menjadikan tanaman menjadi *sukulen* atau rentan terhadap serangan patogen (Agrios, 2005).

Unsur fosfor merupakan unsur yang digunakan tanaman untuk mempertahankan diri dari serangan patogen. Menurut Ye and Wright (2010),

ketersediaan unsur fosfor didalam tanah akan sangat menentukan regulasi aktifitas mikroorganisme dan fungsinya untuk memperbaiki keadaan tanah. Tanaman membutuhkan unsur fosfor untuk menjaga kenormalan proses metabolisme tanaman termasuk sistem pertahanan tanaman, karena fosfor seperti enzim dan protein serta penyusun struktur fosfolipid, fosfoprotein, dan asam inti bagi tanaman. Unsur kalium menurut Hadiwiyono *et al.* (2008), menyatakan kecukupan kalium bagi tanaman akan menjadikan dinding sel tanaman menjadi lebih tebal dan memberikan stabilitas jaringan sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap penyakit. Stabilitas membran tanaman ini didukung adanya lignin, dan kalium secara tidak langsung mempengaruhi infeksi pada tanaman oleh patogen dengan cara mempercepat penyembuhan luka pada tanaman (Koike *et al.*, 2008).

Derajat keasaman (pH) akan mempengaruhi keseimbangan unsur yang ada didalam tanah, derajat keasaman tanah merupakan faktor penting dalam ketersediaan unsur didalam tanah. Selain itu pH tanah menunjukkan pola perkembangan pada petogen tular tanah, pola perkembangan patogen tanah berbeda-beda dengan sifat kebasaaan atau kemasaman tanah (Soesanto *et al.*, 2005). Menurut Nurul *et al.* (2009), pH tinggi akan mempengaruhi perkembangan patogen, karena pH tinggi menjadikan kondisi lingkungan tidak sesuai bagi perkembangannya untuk patogen tertentu. Selain itu beberapa patogen tanah akan mengistirahatkan spora atau hibernasi, karena pH yang meningkat. pH yang rendah dapat mempercepat proses perkecambahan patogen. Bahan organik secara tidak langsung dapat merangsang perkembangan aktivitas mikroorganisme didalam tanah yang berpotensi untuk menekan perkembangan patogen tanah, selain itu bahan organik secara tidak langsung dapat memberikan kesehatan tanaman, memperkuat tanaman sehingga menjadikan tanaman lebih tahan terhadap serangan patogen (Manici *et al.*, 2005).



Gambar 7. Kenampakan layu bakteri akibat bakteri *R. solanacearum* pada tanaman tomat A: pada tanaman tomat perlakuan A0 yang terinfeksi setelah 14 hsi, B: isolasi *R. Solanacearum* pada media TZC, dan C : irisan melintang pada batang tanaman tomat yang terkena bakteri *R. solanacearum*.

4.2.1.2 Populasi log bakteri didalam tanah pada tanaman tomat

Tabel 6. Rerata populasi bakteri dalam tanah akibat inokulasi bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tanaman tomat.

Perlakuan	Log cfu/ml
A0	10,18 c
A1	9,97 c
A2	9,93 c
A3	10,14 c
A4	7,38 bc
A5	2,75 a
A6	9,13 bc
A7	5,55 ab

Keterangan : Tanah Endemik A0 (control), Non Endemik : A1(>400 mdpl), A2(400–600 mdpl), A3(600–800 mdpl), A4(800–1000 mdpl), A5(1000–1200 mdpl), A6(1200–1400 mdpl) dan A7(>1400 mdpl) ; bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama maka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ 5%)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dari (Tabel 6) menunjukkan perbedaan yang nyata antara jumlah populasi dan perlakuan dengan menggunakan beberapa tanah yang berbeda. Dari (Tabel 6) menunjukkan bahwa populasi bakteri terendah pada perlakuan A5 dengan jumlah 2,75, A7 dengan jumlah 5,55. Dari

hasil perhitungan kolerasi analisis sifat kimia tanah dengan populasi bakteri didalam tanah menunjukkan hubungan yang rendah sampai sedang. Hubungan antara unsur N dengan populasi bakteri didapatkan nilai kolerasi negatif yaitu 0,56, hubungan unsur P dengan populasi bakteri didapatkan nilai kolerasi negatif yaitu 0,08, hubungan unsur K dengan populasi bakteri didapatkan nilai kolerasi negatif 0,44. Nilai kolerasi negatif menunjukkan tidak adanya kertekaitan antara unsur hara dengan populasi. Pada pH tanah menunjukkan kolerasi positif, tetapi hubungan antara pH dan populai bakteri didalam tanah hanya mempunyai kolerasi 0,15 atau kurang erat. Nilai kolerasi positif menunjukkan adanya kerterakitan antara pH tanah dengan populasi bakteri didalam tanah.

Menurut Alabouvette (1993), banyaknya mikroorganisme dipengaruhi oleh tingginya kandungan bahan organik yang ada didalam tanah, dan tingkat derajat keasaman tanah (pH). pH antara 5 dan 6 merupakan tingkat keasaman yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme didalam tanah. Menurut Muhibuddin, 2008 bahwa faktor-faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap mikroorganisme tanah, faktor tersebut berupa curah hujan, suhu tanah, dan kandungan N, P, K tanah. Diantara beberapa faktor tersebut, faktor suhu tanah, curah hujan, dan kandungan N, P, K tanah berpengaruh besar terhadap perkembangan populasi mikroorganisme tanah.

Menurut Silvia *et al.* (2005), secara umum faktor biologi tanah yang berupa jamur dan bakteri tidak berpengaruh pada intensitas patogen tanah, meskipun secara umum populasinya cukup tinggi berturut-turut berkisar 10^6 – 10^8 dan 10^8 – 10^{10} cfu/gr tanah. Cara bercocok tanam atau sistem pertanian juga mempengaruhi tingginya mikroorganisme didalam tanah, penggunaan sistem pertanian berbasis lingkungan dapat meningkatkan biodiversitas atau mikroorganisme didalam tanah yang menguntungkan untuk lingkungan dan tanaman budidaya (Muhibuddin *et al.*, 2011). Tingginya populasi mikroorganisme ini diduga oleh adanya kandungan bahan organik yang tinggi yang ada didalam tanah, tetapi bahan organik yang tinggi cenderung meningkatkan intensitas patogen (Hadiwiyono *et al.*, 2008). Maka perkembangan bakteri didalam tanah atau mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh tinggi–rendahnya derajat keasaman tanah.

4.2.2 Pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)

4.2.2.1 Tinggi tanaman tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam tinggi tanaman tomat ditampilkan pada (Tabel 7). Menunjukkan bahwa rerata tinggi tanaman tomat (Tabel 7) pada umur tanaman 7 hst dan 14 hst secara statistik tidak mengalami perbedaan yang nyata pada pengaruh penggunaan tanah yang berbeda lokasi. Pada umur 21 hst–72 hst rerata tinggi tanaman, secara statistik mengalami perbedaan yang nyata.

Tabel 7. Rerata tinggi tanaman pada delapan lokasi lahan yang berbeda

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) umur pengamatan (hst)				
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
A0	10,50 a	15,63 a	22,88 ab	31,00 ab	52,00 a
A1	8,50 a	15,13 a	23,00 ab	32,25 ab	44,75 ab
A2	11,88 a	19,88 a	30,13 a	42,00 a	56,50 b
A3	9,50 a	13,25 a	19,38 ab	25,50 ab	35,50 ab
A4	10,00 a	15,63 a	23,50 ab	34,00 ab	46,25 ab
A5	9,75 a	13,88 a	18,88 ab	25,75 ab	35,75 ab
A6	9,00 a	11,25 a	14,88 b	18,50 b	26,63 ab
A7	9,88 a	15,38 a	22,63 ab	30,63 ab	42,25 ab

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) umur pengamatan (hst)				
	42 hst	49 hst	56 hst	63 hst	72 hst
A0	70,00 a	82,00 a	96,00 a	114,00 a	126,00 a
A1	59,75ab	75,25ab	96,75 ab	116,75ab	135,50ab
A2	73,25 b	91,50 b	118,00 b	139,50 b	160,75 b
A3	48,50ab	57,75ab	72,25 ab	85,25 ab	95,50 ab
A4	61,75ab	76,25ab	93,75 ab	110,00ab	125,25ab
A5	47,13ab	57,00ab	67,25 ab	80,25 ab	91,75 ab
A6	35,00ab	54,33ab	65,67 ab	75,33 ab	110,00ab
A7	55,50ab	69,50ab	88,63 ab	108,25ab	126,00ab

Keterangan : Tanah Endemik A0 (kontrol), Non Endemik : A1(>400 mdpl), A2(400–600 mdpl), A3(600–800 mdpl), A4(800–1000 mdpl), A5(1000–1200 mdpl), A6(1200–1400 mdpl) dan A7(>1400 mdpl) ; bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama maka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ 5%)

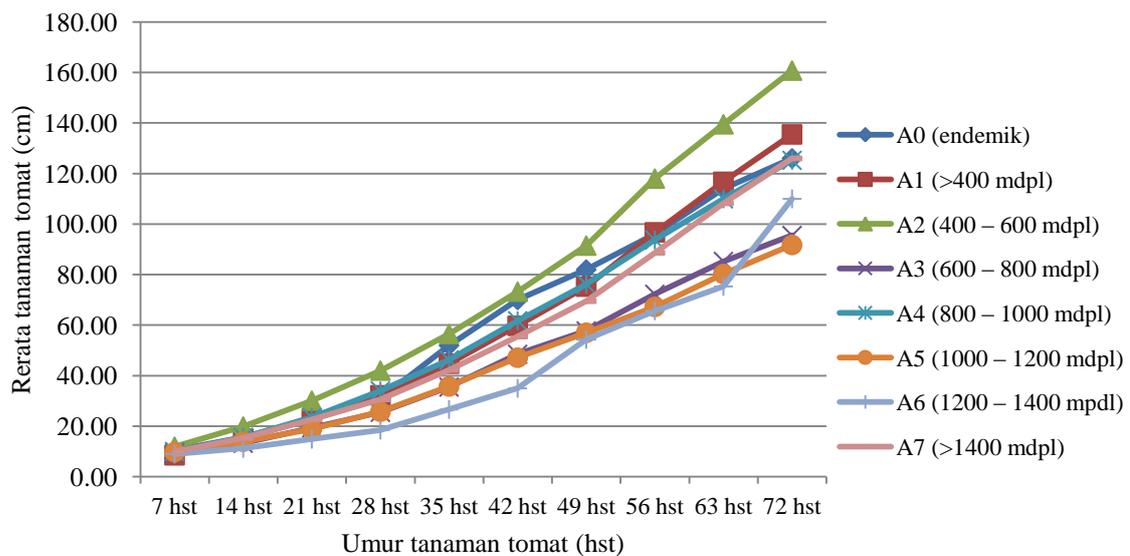
Pada hasil analisis dengan berhitung secara statistika, sidik ragam (Tabel 6), pada umur 7 hst dan 14 hst tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, pada perlakuan dengan perbedaan lokasi pengambilan tanah yang terduga supresif. Pada umur 21 hst dan 28 hst terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan A2(400–600 mdpl) dan perlakuan A6(1200–1400 mdpl). Pada umur 35 hst, 42

hst, 49 hst, 56 hst, 63 hst dan umur 72 hst perbedaan nyata dengan perlakuan tanah yang berbeda terdapat pada perlakuan A2(600–800 mdpl) dengan perlakuan A0 (endmik) sebagai penbanding dari perlakuan yang di uji.

Pertumbuhan tanaman akan sangat dipengaruhi dari unsur hara yang terkandung dalam tanah tersebut. Pada perlakuan A2(400–600 mdpl) dan perlakuan A6(1200–1400 mdpl) menunjukkan perbedaannya nyata pada umur 21–28 hst. Karena, pada perlakuan A2(400–600 mdpl) dan A6(1200–1400 mdpl) mempunyai kisaran unsur N yang tinggi. Pertumbuhan yang optimal pada perlakuan A2(400–600 mdpl) pada umur 21–72 hst dan perlakuan A6(1200–1400 mdpl) pada umur 21–28 hst ini dipengaruhi oleh kandungan unsur hara, derajat keasaman tanah dan bahan organik yang terdapat didalam tanah.

Dilihat dari (Tabel 3), bahwa pada hasil analisa tanah pada perlakuan A2(400–600 mdpl) menunjukkan kandungan hara N(0,12%), P(140 ppm), K(4,43 Cmol⁺/kg), sedangkan untuk pH tanah (5,80) dan C-organik(1,39 kurmis). Pada perlakuan A6(1200–1400 mdpl) menunjukkan hasil N(0,13%), P(86,8 ppm), K(0,13 Cmol⁺/kg) sedangkan untuk pH tanah didapatkan (6,58) dan C-organik (3,29 kurmis). Menurut Jumin (2002), tinggi tanaman lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, suhu tanah dan udara, kelembapan serta kandungan hara tanah. Faktor lingkungan tersebut sangat mempengaruhi proses fotosintesis yang akhirnya akan berpengaruh pada tinggi tanaman.

Unsur nitrogen diperlukan tanaman untuk proses metabolisme yang berfungsi sebagai protein fungsional yang sekaligus merangsang pertumbuhan tanaman. Kekurangan unsur N dapat membatasi pembelahan dan pembesaran sel tanaman (Sumiati dan Gunawan, 2007). Fungsi dari unsur N yaitu membentuk protein dan klorofil, sedangkan untuk unsur fosfor (P) sebagai sumber energi yang membantu tanaman dalam perkembangan fase vegetatif tanaman, sedangkan untuk unsur kalium berfungsi untuk pembentukan protein dan karbohidrat (Hadisuwito,2007).



Gambar 9. Grafik rerata tinggi tanaman tomat akibat inokulasi *Ralstonia solanacearum*

Pada (Gambar 9), pertumbuhan tanaman dari perlakuan A0–A7 terus mengalami peningkatan dengan berjalan umur tanaman. peningkatan pertumbuhan tanaman ini dipengaruhi oleh unsur hara yang ada didalam tanah pada setiap perlakuan. Dengan perbedaan kandungan unsur hara akan mengakibatkan perbedaan tinggi tanaman yang berbeda. peningkatan yang sangat tinggi terdapat pada perlakuan A2(400–600 mdpl), diikuti dengan perlakuan A1(>400 mdpl) dan A0(tanah endemik) yang berhimpitan dengan A7(>1400 mdpl) serta A4(800–1000 mdpl), kemudian A6(1200–1400 mdpl), A3(600–800 mdpl) dan terakhir pada A5(1000–1200 mdpl).

Menurut Bannett (1993), bahwa terdapat lima unsur yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan tingkat kesupresifan tanah. Unsur makro N, P, K, Ca dan Mg merupakan unsur essential untuk pertumbuhan tanaman yang sehat. Unsur N yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jaringan tanaman *sukulen* yang cenderung lebih rentan terhadap serangan patogen (Agrios, 2005). Unsur P adalah penyusun senyawa penting tanaman seperti enzim dan protein serta penyusun struktur fosfoprotein, fosfolipid, dan asam inti sehingga sangat penting untuk kenormalan proses metabolisme tanaman termasuk sistem pertahanan tanaman. Kecekupan unsur K maka dinding sel akan lebih tebal dan memberikan

stabilitas jaringan sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap hama dan penyakit (Beringer and Northdurft, 1985).

4.2.2.2 Berat total tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Tabel 8. Rerata bobot basah dan bobot kering total tanaman tomat pada pengujian pertumbuhan tanaman

Perlakuan	Berat total tanaman (g)	
	Berat basah	Berat kering
A0	27,70 a	3,78 a
A1	68,03 ab	10,03 ab
A2	181,60 b	24,80 b
A3	60,53 ab	7,78 ab
A4	78,08 ab	11,85 ab
A5	57,30 ab	7,65 ab
A6	46,08 ab	4,68 a
A7	189,50 ab	21,43 b

Keterangan : Tanah Endemik A0 (control), Non Endemik : A1(>400 mdpl), A2(400–600 mdpl), A3(600–800 mdpl), A4(800–1000 mdpl), A5(1000–1200 mdpl), A6(1200–1400 mdpl) dan A7(>1400 mdpl) ; bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama maka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ 5%)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada (Tabel 8), menunjukkan bahwa berat basah total seluruh tanaman dan berat kering total seluruh tanaman berbeda nyata. Maka perlakuan dengan menggunakan tanah yang berbeda lokasi diduga berpengaruh pada berat total tanaman. Berat tanaman dipengaruhi oleh proses dari fotosintat atau energi yang diserap oleh tanaman. Proses fotosintesis dipengaruhi oleh lingkungan seperti cahaya, suhu tanah, udara dan unsur hara yang diserap oleh tanaman.

Perbedaan yang signifikan pada berat basah dan kering tanaman terjadi pada perlakuan A2 dan A7. Perlakuan A2 dengan nilai berat basah 181,60 gram dan berat kering 24,80 gram. Pada perlakuan A7 berat basah tanaman didapatkan 189,5 gram dan berat kering 21,43 gram. Berat tanaman ini dipengaruhi oleh unsur hara yang berada didalam tanah yang diangkut melalui air dan terserap oleh tanaman melalui proses difusi osmosis yang terjadi. Pada hasil analisis tanah A2 ialah sebagai berikut nitrogen : 0,12%, fosfor : 140 ppm, dan kalium : 4,43, selain itu derajat keasaman tanah didapatkan 7,14 dan bahan organik sebanyak 1,39. Pada perlakuan A7 pada hasil analisis tanah sebagai berikut : nitrogen 0,12%,

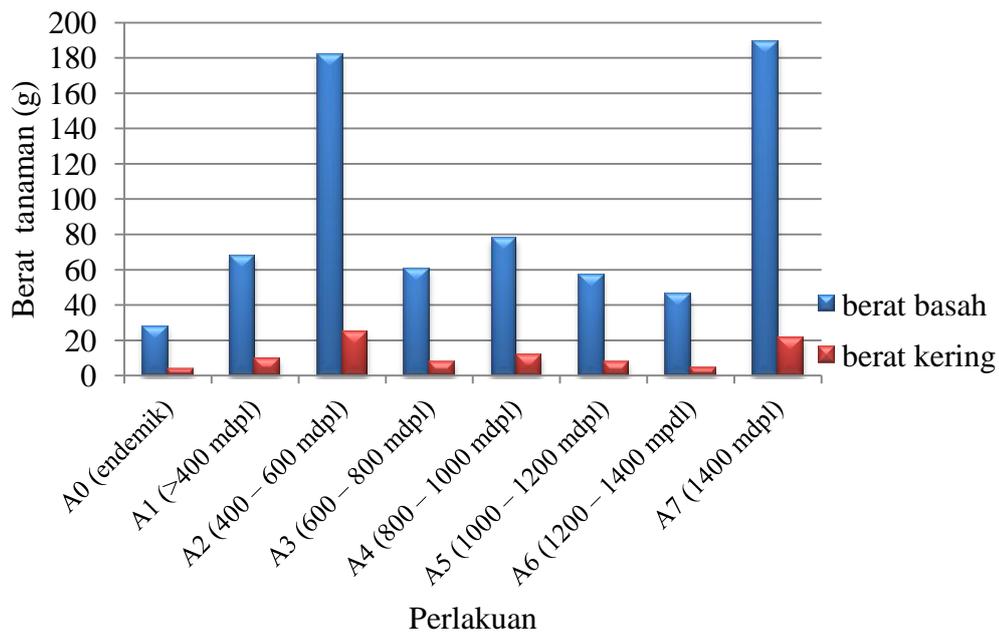
fosfor 29,2 ppm, dan kalium 1,27. Untuk pH didapatkan 5,54 dan bahan organik 4,06%.

Menurut Setyamidjaja (1986), bahwa unsur hara mikro dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit, namun memiliki peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme tanaman, dapat meningkatkan aktifitas enzim yang dapat mengaktifkan hormon pertumbuhan. Menurut Lingga (1998), bahwa nitrogen untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman sedangkan, fosfor merupakan bagian dari inti sel dan protoplasma yang sangat penting dalam pembelahan sel demikian pula dalam perkembangan jaringan meristem.

Menurut Novizan (2002), bahwa unsur kalium mempunyai peranan penting dalam pembentukan protein dan karbohidrat. Kalium pada sel-sel dalam bentuk ion yang terdapat dalam cairan sel dan keadaan tersebut akan merupakan bagian penting dalam melaksanakan tekanan turgor, selain itu ion kalium mempunyai fungsi fisiologis secara khusus pada asimilasi zat arang, yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberikan kalium maka asimilasi akan terhenti.

Menurut Marsono dan Sigit (2001) bahwa unsur fosfor berguna bagi tanaman untuk merangsang pembentukan akar, pembentukan sejumlah protein dan membantu asimilasi dan pernafasan sekaligus mempercepat pembungaan dan pemasakan biji. Sedangkan unsur kalium sangat berperan dalam meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil, pembentukan protein dan karbohidrat serta berperan penting dalam meningkatkan fotosintesa pada tanaman.

Semakin banyak unsur hara yang terjerap oleh tanaman, maka ketersediaan bahan dasar bagi proses fotosintesis akan semakin baik. Proses fotosintesis tanaman yang berlangsung dengan baik akan memacu penimbunan karbohidrat dan protein pada organ tubuh tanaman. Penimbunan karbohidrat dan protein sebagai akumulasi proses fotosintesis akan berpengaruh pada berat basah tanaman. Selain itu air merupakan komponen utama dalam kehidupan tanaman, karena air adalah penunjang berlangsungnya biokimia. Dalam proses fotosintesis unsur hara didalam tanah akan terserap oleh tanaman melalui aliran air yang masuk kedalam tanaman (Fatimah *et al.*, 2008).



Gambar 10. Grafik rerata berat basah total tanaman dan berat kering total tanaman tomat

Pada (Gambar 10), menunjukkan bahwa berat basah total tanaman tertinggi pada perlakuan A2 (400–600 mdpl) dengan berat 181,60 gram, dan perlakuan A7 (>1400 mdpl) dengan berat 189,50 gram. Berat segar tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur hara yang ada di dalam tanah. Sel tanaman akan membesar seiring dengan menebalnya dinding sel tanaman dan terbentuknya selulosa pada tanaman. Menurut Fatimah *et al.*(2008), bahwa banyaknya penyerapan hara didalam tanah ke tanaman dan diproses oleh tanaman melalui proses fotosintesis dengan baik akan memacu penimbunan karbohidrat dan protein pada organ tubuh tanaman. Penimbunan karbohidrat dan protein merupakan akumulasi hasil proses fotosintesis yang berpengaruh pada berat basah tanaman.

Berat kering tanaman juga menunjukkan pada perlakuan A2 dengan berat 24,80 gram dan perlakuan A7 dengan berat 21,43 gram. Laju proses fotosintesis dan penyerapan unsur hara tanah akan sangat berpengaruh dalam proses pertumbuhan tanaman tomat. Menurut Anas *et al.*(1978), berat kering yang dihasilkan oleh suatu tanaman sangat bergantung pada perkembangan daun. Proses fotosintesis adalah suatu faktor yang penting dalam pertumbuhan tanaman, dengan banyaknya hasil fotosintesis yang dihasilkan oleh tanaman maka akan menyebabkan peningkatan pengedaran senyawa-senyawa hasil fotosintesis

tanaman keseluruhan organ tanaman yang membutuhkan, dan berakibat pada bahan kering tanaman menjadi lebih berat atau tinggi.

