

**PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN WORTEL (*Daucus carota* L.) YANG DITANAM TUMPANG SARI DENGAN TANAMAN APEL (*Malus sylvestris* MILL) DENGAN ARAH BEDENGAN BERBEDA DI LAHAN MIRING**

Oleh:  
**HENRI SATRIO DWIPOYONO**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG  
2011**

**PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN WORTEL (*Daucus carota* L.) YANG DITANAM TUMPANG SARI DENGAN TANAMAN APEL (*Malus sylvestris* MILL) DENGAN ARAH BEDENGAN BERBEDA DI LAHAN MIRING**

Oleh:

**HENRI SATRIO DWIPOYONO**

**0410410018 - 41**

**SKRIPSI**

**Disampaikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN**

**MALANG**

**2011**

Judul : Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Wortel (*Daucus carota* L.) Yang Ditanam Tumpang Sari dengan Tanaman Apel (*Malus sylvestris* MILL) Dengan Arah Bedengan Berbeda Di Lahan Miring

Nama Mahasiswa : Henri Satrio Dwipoyono

NIM : 0410410018-41

Program Studi : Agronomi

Jurusan : Budidaya Pertanian

Menyetujui

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, MS.  
NIP. 19600512 198601 1 002

Dr. Ir. Agung Nugroho, MS  
NIP. 19580412 198503 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Agus Suryanto, MS  
NIP. 19550818 198103 1 008

Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Dawam Maghfoer, MS  
NIP. 19570714 198103 1 001

Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, M.S  
NIP. 19600512 198601 1 002

Penguji III

Ketua Majelis Penguji

Dr. Ir. Agung Nugroho, MS  
NIP. 19580412 198503 1 003

Dr. Ir. Nurul Aini MS  
NIP. 19601012 198601 2 001

Tanggal Lulus :



## RINGKASAN

**HENRI SATRIO D., 0410410018-41. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Wortel (*Daucus Carota* L.) Yang Ditanam Tumpang Sari dengan Tanaman Apel (*Malus Sylvestris* MILL) Dengan Arah Bedengan Di Lahan Miring. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, MS selaku pembimbing pertama dan Dr. Ir. Agung Nugroho, MS selaku pembimbing kedua**

---

Petani di Indonesia khususnya banyak sekali yang memanfaatkan lahan miring untuk menanam tanaman semusim. Tanaman semusim yang akan ditanam ialah tanaman wortel. Wortel (*Daucus carota* L.) adalah tumbuhan sayur yang ditanam sepanjang tahun. Terutama di daerah pegunungan yang memiliki suhu udara dingin dan lembab, kurang lebih pada ketinggian 1200 meter di atas permukaan laut. Tumbuhan wortel membutuhkan sinar matahari dan dapat tumbuh pada semua musim. Wortel mempunyai batang daun basah yang berupa sekumpulan pelepah (tangkai daun) yang muncul dari pangkal buah bagian atas (umbi akar), mirip daun seledri. Wortel menyukai tanah yang gembur dan subur. Penggunaan lahan miring untuk usaha tani yang intensif, dapat menimbulkan beberapa masalah. Masalah utama yang sering terjadi pada penggunaan lahan miring untuk usaha tani adalah erosi pada saat musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Maka dari itu untuk menanggulangi masalah ini, perlu dilakukan tindakan-tindakan konservasi tanah. Tindakan konservasi tanah contohnya dengan menggunakan metode konservasi mekanik ialah dengan pembuatan guludan pada lahan miring, guludan tersebut searah dengan kontur tanah atau memotong lereng. Bedengan ialah tumpukan tanah yang dibuat memanjang menurut arah kontur atau memotong lereng. Bedengan yang memotong lereng mampu menurunkan aliran permukaan atau memperlambat aliran permukaan dan terjadinya erosi. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui pengaruh arah bedengan terhadap aliran permukaan dan erosi pada lahan miring yang ditanami wortel dan apel muda. Serta mengetahui produktivitas tanaman wortel dengan sistem penanaman tumpang sari dengan tanaman apel muda pada lahan miring yang menggunakan guludan searah lereng dan searah kontur. Hipotesis penelitian ini ialah lahan dengan bedengan searah kontur yang telah ditanami apel muda memiliki tingkat erosi lebih rendah daripada lahan yang memiliki bedengan yang searah lereng.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sumber Brantas, jenis tanah Andisol, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada bulan November hingga Januari 2011. Lokasi berada di sebelah barat daya gunung Arjuno dengan ketinggian tempat sekitar 1300 m dpl. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ialah: petak erosi, apron, chinometer, selang, jirigen, ombrometer, klinometer, timbangan analitik, meteran, oven, gelas ukur, corong dan kertas. Bahan yang digunakan ialah tanaman wortel dan apel. Pupuk yang digunakan ialah pupuk kandang, urea dan ZA. Metode penelitian ini menggunakan metode *grid* (petak) dimana kondisi lingkungan dianggap homogen. Dalam penelitian ini dibuat 4 buah plot erosi yang berjajar pada kemiringan tanah yang sama, yang berisi tanaman antara lain plot erosi dengan bedengan searah lereng dengan tanaman wortel (P1), plot erosi dengan bedengan searah kontur dengan tanaman wortel (P2), plot erosi dengan

bedengan searah lereng dengan tanaman apel dan wortel (P3), plot erosi dengan bedengan searah kontur dengan tanaman apel dan wortel (P4). Pengamatan yang dilakukan ialah pengamatan komponen pertumbuhan tanaman wortel (tinggi tanaman, bobot basah dan bobot kering tanaman) dan komponen ekologis (curah hujan, limpasan permukaan dan erosi) diamati setiap ada kejadian hujan. Data yang diperoleh dilakukan pengujian menggunakan analisis (uji T) dengan taraf nyata  $p = 0,05$ .

Hasil penelitian menunjukkan curah hujan tertinggi pada bulan Desember (243,96 mm), sedangkan curah hujan terendah pada bulan November 2010 (100 mm). sedangkan perlakuan plot 1 memiliki rata-rata limpasan permukaan yang paling tinggi (1,31 mm) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan plot 1, plot 2, plot 3, plot 4 masing-masing memiliki rata-rata limpasan permukaan yang berbeda nyata. Untuk rata-rata tingkat erosi aktual pada petak plot 1 (0,12 ton ha<sup>-1</sup>) lebih tinggi dibandingkan dengan petak plot 2 (0,03 ton ha<sup>-1</sup>) dan plot 3 (0,07 ton ha<sup>-1</sup>) lebih tinggi dibandingkan plot 4 (0,02 ton ha<sup>-1</sup>). Hal ini menunjukkan bahwa petak konservasi memberikan pengaruh positif untuk mengurangi erosi aktual. Tanaman tahunan yang terdapat pada petak konservasi dapat membantu menahan laju air hujan turun langsung ke tanah, sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan dan erosi aktual. Pengaruh penerapan sistem konservasi dibandingkan sistem non konservasi terhadap tinggi tanaman menunjukkan tidak beda nyata dari awal pengamatan dan pada tengah pengamatan menunjukkan tidak nyata dan pada akhir pengamatan menunjukkan beda nyata. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot segar dan kering tanaman wortel pada perlakuan konservasi dan non konservasi berbeda nyata.



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul “Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Wortel (*Daucus carota* L.) Yang Ditanam Tumpang Sari Dengan Tanaman Apel (*Malus sylvestris* MILL) Dengan Arah Bedengan Berbeda Di Lahan Miring.”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pertanian.

Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, MS. selaku pembimbing pertama.
2. Bapak Dr. Ir. Agung Nugroho selaku pembimbing kedua.
3. Ayahanda dan Ibunda atas doa dan restunya.
4. Keluarga Besar HMI Komisariat Pertanian UB , “ D’Agronomers 2004 “, dan teman-teman di jurusan BP atas dukungan serta motivasinya.
5. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan Skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu.

Malang, Agustus 2011

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 8 Agustus 1985, putra kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Heru Priyo Sanyoto dan Ibu Endang Rini Budiningtyas. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Tunjungsekar I pada tahun 1997, pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 8 Malang pada tahun 2000 dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMU Islam Malang pada tahun 2003. Pada tahun 2004 penulis melanjutkan ke pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Agronomi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru). Penulis pernah aktif sebagai anggota Medis Pekan Orientasi Siswa Terpadu (POSTER) Fakultas Pertanian selama 5 tahun berturut-turut yaitu pada tahun 2005-2009.





## DAFTAR ISI

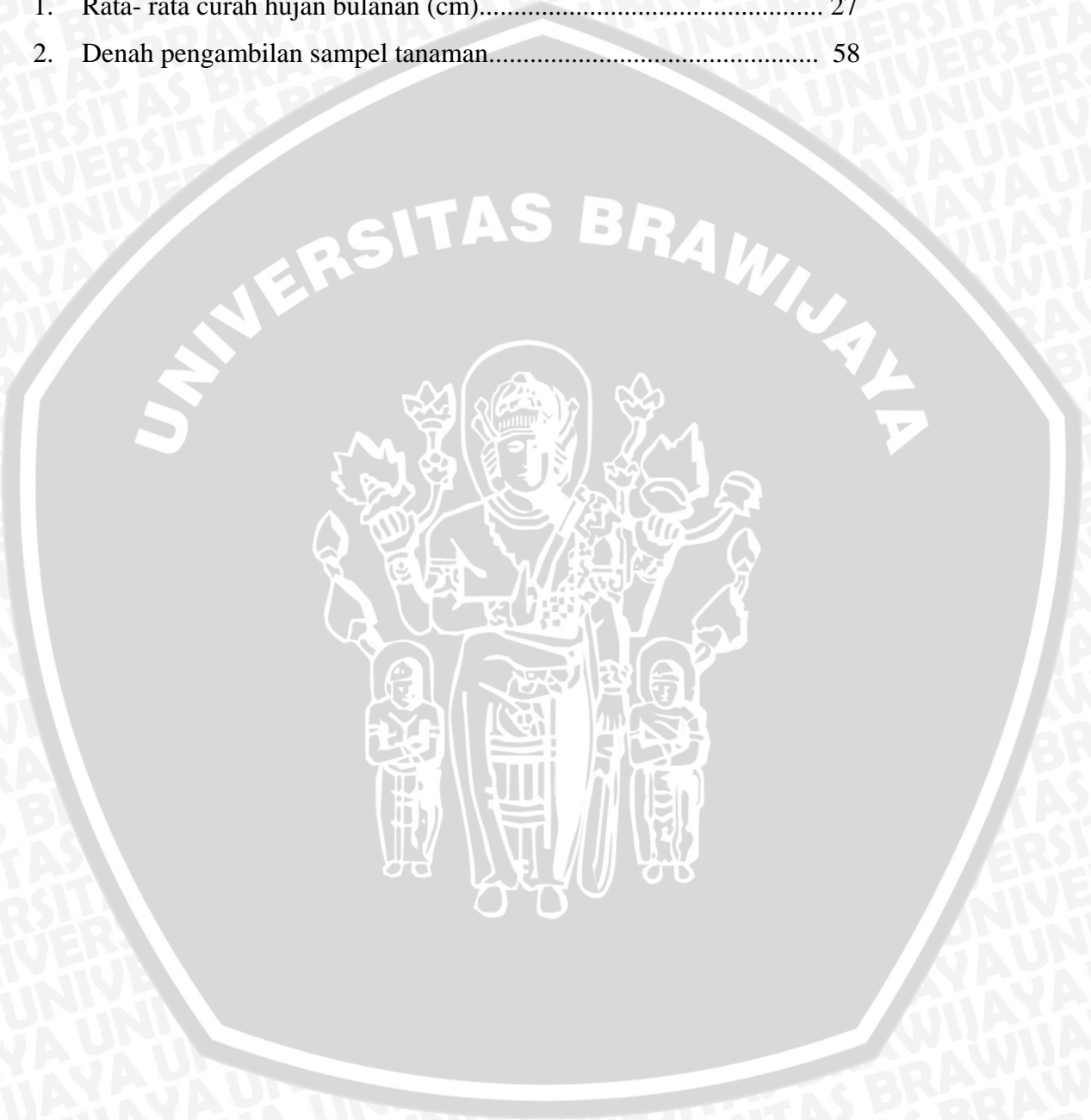
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Hipotesis.....	2
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1 Konservasi tanah.....	3
2.2 Bedengan.....	4
2.3 Pengaruh bedengan pada kesuburan tanah.....	5
2.4 Iklim.....	6
2.5 Kondisi tanah.....	6
2.6 Topografi.....	7
2.6.1 Tanaman penutup permukaan tanah.....	8
2.7 Pengaruh gangguan tanah oleh aktifitas manusia.....	8
2.8 Infiltrasi.....	8
2.8.1 Proses terjadinya infiltrasi.....	10
2.8.2 Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Infiltrasi Tanah.....	11
2.9 Wortel.....	16
2.10 Apel.....	17
<b>3. METODE DAN PELAKSANAAN</b> .....	21
3.1 Tempat dan Waktu.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Rancangan Percobaan.....	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.4.1 Persiapan.....	22
3.4.2 Pegolahan tanah.....	22
3.4.3 Penanaman.....	22
3.4.4 Penjarangan.....	23
3.4.5 Panen.....	23
3.5 Pelaksanaan Pengamatan Parameter.....	23
3.6 Analisis Data.....	25

<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1 Hasil.....	26
4.1.1 Kemiringan Lahan .....	26
4.1.2 Curah Hujan.....	27
4.1.3 Limpasan Permukaan .....	28
4.1.4 Erosi.....	29
4.1.5 Tinggi Tanaman.....	30
4.1.6 Bobot Segar dan Bobot Kering.....	30
4.2 Pembahasan .....	31
4.2.1 Limpasan Permukaan .....	31
4.2.2 Erosi.....	32
4.2.3 Tinggi Tanaman.....	33
4.2.4 Bobot Segar dan Bobot Kering.....	33
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	35
<b>LAMPIRAN</b> .....	37



### DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Rata- rata curah hujan bulanan (cm).....	27
2.	Denah pengambilan sampel tanaman.....	58





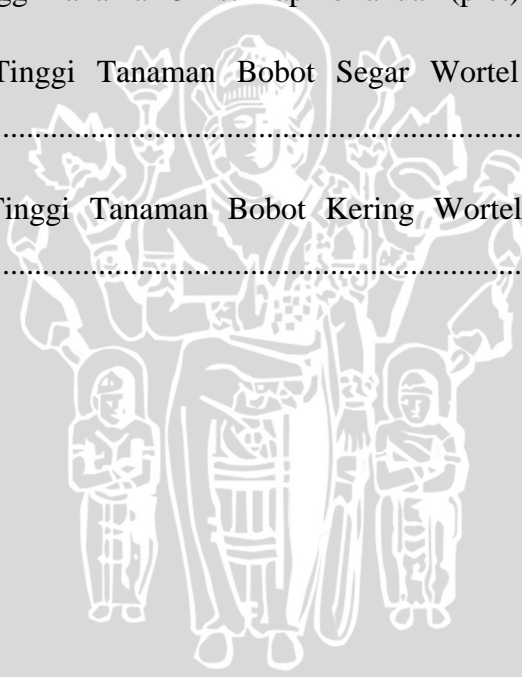
## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Kemiringan Lahan Pada Petak Percobaan.....	26
2.	Rata-rata Limpasan Permukaan.....	28
3.	Rata-rata Erosi Aktual.....	29
4.	Rata-rata Tinggi Tanaman Wortel.....	30
5.	Rerata Bobot Segar Dan Kering Tanaman Wortel Konservasi Dengan Non Konservasi.....	31



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>No.</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1.	Uji T Rata-rata Limpasan Permukaan Tiap Perlakuan (plot).....	37
2.	Uji T Rata-rata Erosi Tiap Perlakuan (plot).....	40
3.	Uji T Rata-Rata Tinggi Tanaman 1 Bst Tiap Perlakuan (plot).....	42
4.	Uji T Rata-Rata Tinggi Tanaman 2 Bst Tiap Perlakuan (plot).....	45
5.	Uji T Rata-Rata Tinggi Tanaman 3 Bst Tiap Perlakuan (plot).....	48
6.	Uji T Rata-Rata Tinggi Tanaman Bobot Segar Wortel Tiap Perlakuan (plot).....	51
7.	Uji T Rata-Rata Tinggi Tanaman Bobot Kering Wortel Tiap Perlakuan (plot).....	54



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Petani di Indonesia khususnya banyak sekali yang memanfaatkan lahan miring untuk menanam tanaman semusim. Lahan miring yang digunakan tersebut belum ditangani secara serius, baik oleh pemerintah maupun oleh masyarakat khususnya para petani itu sendiri. Penggunaan lahan miring untuk usaha tani yang intensif, dapat menimbulkan beberapa masalah. Masalah utama yang sering terjadi pada penggunaan lahan miring untuk usaha tani adalah erosi pada saat musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Erosi dapat menyebabkan terjadinya pengangkutan bahan organik dan unsur hara, serta kerusakan struktur tanah. Maka dari itu untuk menanggulangi masalah ini, perlu dilakukan tindakan-tindakan konservasi tanah dan air.

Tindakan konservasi tanah dari para petani sebagai pengelola lahan sangat diharapkan, sehingga erosi tanah yang terjadi dapat dikendalikan atau dikurangi dan tidak terlalu banyak menimbulkan kerugian baik pada petani maupun penduduk sekitar. Tindakan konservasi tanah contohnya dengan menggunakan metode konservasi mekanik ialah dengan pembuatan guludan pada lahan miring, guludan tersebut searah dengan kontur tanah atau memotong lereng. Guludan ialah tumpukan tanah yang dibuat memanjang menurut arah kontur atau memotong lereng. Guludan yang memotong lereng mampu menurunkan aliran permukaan atau memperlambat aliran permukaan dan terjadinya erosi. Sejauh ini jarang sekali kajian mengenai efektivitas guludan dalam mengendalikan erosi lahan, contohnya petani di Batu yang cenderung memanfaatkan lahan miring sebagai lahan pertanian yang ditanami sayur-sayuran akan tetapi dengan menggunakan guludan yang searah lereng. Sehingga guludan tersebut kurang mampu menahan atau mengurangi resiko terjadinya erosi karena kurang bisa memperlambat aliran permukaan. Guludan yang diharapkan jika pada lahan miring ialah guludan yang memotong lereng bukan yang searah dengan lereng. Berdasarkan peristiwa diatas maka perlu dilaksanakan penelitian lebih lanjut tentang arah guludan yang sesuai pada lahan miring guna untuk mengurangi erosi dan memaksimalkan pertumbuhan tanaman budidaya.



### 1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh arah bedengan terhadap aliran permukaan dan erosi pada lahan miring yang ditanami wortel dan apel muda.
2. Mengetahui produktivitas tanaman wortel dengan sistem penanaman tumpang sari dengan tanaman apel muda pada lahan miring yang menggunakan bedengan searah lereng dan searah kontur.

### 1.3 Hipotesis

1. Lahan dengan bedengan searah kontur yang telah ditanami apel muda memiliki tingkat erosi lebih rendah daripada lahan yang memiliki bedengan yang searah lereng.
2. Produktivitas tanaman wortel yang ditanam dengan arah bedengan searah kontur lebih tinggi dibandingkan yang ditanam searah lereng.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Konservasi Tanah

Resiko erosi pada lahan pertanian dimulai pada waktu hutan dibuka. Pembukaan lahan miring untuk areal pertanian, pengusahaannya yang mengikuti arah bawah lereng ditambah dengan pengusahaan suatu tanaman secara terus-menerus tanpa rotasi tanaman, penggunaan pupuk sintetis dan pupuk dalam jumlah rendah serta adanya pemadatan tanah-tanah yang mempengaruhi tingginya laju erosi tanah yang terjadi di suatu kawasan. Pengendalian erosi sangat bergantung kepada pengelolaan yang baik melalui upaya penutupan lahan atau penanaman tanaman penutup tanah yang baik disertai dengan penyeleksian tindakan pembajakan atau pengolahan tanah yang tepat. Dengan demikian, konservasi tanah sangat bergantung pada tindakan-tindakan agronomis dan pengelolaan tanah yang baik. Sedangkan tindakan mekanik hanya memainkan peranan atau sebagai penunjang.

Erosi pada lahan yang relatif datar hingga sedikit melandai masih dapat kita tanggulangi atau dicegah dengan hanya melakukan tindakan agronomis ditambah dengan pengelolaan tanah saja. Tetapi untuk lahan miring dari  $\pm 9\%$ , pengadopsian tindakan mekanik seperti penyertaan bedengan atau teras perlu diprioritaskan untuk dilaksanakan. Sebab bila tidak maka erosi akan tetap sebagai ancaman yang besar bagi keberlanjutan penggunaan lahan itu sendiri. Tindakan agronomis untuk konservasi tanah ialah didasarkan pada peranan tumbuhan penutup tanah dalam mengurangi erosi. Efektivitas tumbuhan di dalam melindungi tanah bergantung pada kerapatan dan morfologinya. Pengelolaan tanah ditujukan untuk menjaga kesuburan tanah dalam arti luas. Tanah yang kesuburannya dapat dipertahankan selain meningkatkan hasil tanaman bagi petani, juga memberikan penutupan yang baik kepada tanah, dan karenanya dapat meminimalkan laju erosi. Karena itu kesuburan tanah merupakan unsur penting yang tidak bisa ditinggalkan dari suatu perencanaan penanggulangan dan pencegahan erosi dari suatu kawasan. Pengelolaan tanah contohnya pembajakan. Tindakan pembajakan yang merupakan teknik pengelolaan tanah dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengendalikan erosi. Peranan pembajakan dapat

menjaga kesuburan tanah melalui membaiknya aerasi dan drainase karena pembajakan menyebabkan tanah yang sebelumnya padat menjadi lebih gembur serta mengendalikan gulma. Tindakan mekanis dalam mengendalikan erosi tanah digunakan melalui upaya-upaya seperti pengoperasian pembajakan dan penanaman menurut kontur, pembuatan sengkedan menurut kontur, pembuatan terasering, bedengan dan pembuatan jalan air (Effendi, 2003).

## 2.2 Bedengan

Bedengan ialah tumpukan tanah yang dibuat memanjang menurut arah garis kontur atau memotong lereng. Tinggi tumpukan tanah sekitar 25 – 30 cm dengan lebar dasar sekitar 30 – 40 cm. Jarak antara bedengan tergantung pada kecuraman lereng, kepekaan erosi tanah, dan erosivitas hujan. Menurut Subekti (2004), bedengan ialah bangunan konservasi tanah berupa pematang dengan ukuran tinggi dan lebar tertentu yang dibuat sejajar garis kontur atau memotong arah lereng yang dilengkapi tanaman penguat teras yang berfungsi sebagai pengendali erosi. Letak bedengan disesuaikan kontur. Jarak antar bedengan sesuai kemiringannya. Makin besar kemiringan lereng, jarak bedengan makin rapat.

Pada awalnya bedengan dibuat untuk menciptakan media tumbuh yang lebih baik untuk tanaman. Bila bedengan tersebut dibuat dengan mengikuti kaidah-kaidah konservasi tanah, maka bedengan tersebut dapat pula berfungsi untuk menanggulangi aliran permukaan dan erosi. Bedengan akan efektif sebagai teknik konservasi tanah bila dibuat searah kontur. Namun, di beberapa lokasi khususnya pada areal tanaman sayuran, bedengan justru dibuat searah lereng. Hal ini dimaksudkan petani untuk memperbaiki drainase tanah, padahal dengan dibuatnya bedengan searah lereng, aliran air menjadi kurang terkendali. Oleh karena itu, bila tanaman yang diusahakan tidak terlalu rentan pada drainase yang lambat, sebaiknya bedengan dibuat searah kontur. Namun bila tanaman yang diusahakan sangat peka pada drainase yang buruk, maka bedengan dapat dibuat searah lereng, namun setiap jarak tertentu bedengan dipotong oleh bangunan pengendali erosi seperti gulud atau tanaman strip. Atau dapat pula bedengan dibangun dengan membuat sudut tertentu pada kontur. Sebenarnya bila bedengan yang dibuat searah kontur dilengkapi dengan saluran pembuangan air (SPA) yang baik, efek



buruk dari perlambatan drainase tidak akan terjadi (Anonymous, 2011; Dariah *et al*, 2004; Subekti, 2004).

### 2.3 Pengaruh bedengan pada kesuburan tanah

Bedengan sejajar kontur mampu berfungsi menahan air dan memberikan kesempatan kepada air untuk berinfiltrasi ke dalam tanah, sehingga menghambat aliran permukaan yang pada gilirannya juga menurunkan erosi. Fungsi ini akan menjadi lebih efektif pada tanah yang mempunyai kapasitas infiltrasi tinggi. Cara pengolahan tanah dengan bedengan searah lereng, dikombinasikan dengan kemiringan yang curam dan curah hujan yang tinggi, sangat potensial menimbulkan erosi yang tinggi. Terjadinya erosi yang tinggi ini dapat mengurangi kemampuan lahan dalam berproduksi. Pada tempat atau lahan terjadinya erosi, erosi menyebabkan terangkutnya partikel-partikel tanah, yang mempunyai andil pada kesuburan tanah hilang. Hilangnya bahan organik dan diikuti dengan berkurangnya Nitrogen. Pada beberapa kasus, kehilangan ini dikembalikan dengan memberi tambahan Nitrogen dari pupuk pada tanah-tanah yang responsif, sehingga menambah biaya produksi. Penyingkapan tanah lempung yang kaya akan hara karena erosi permukaan, mengurangi laju infiltrasi dan meningkatkan aliran permukaan. Hal ini menyebabkan peningkatan laju erosi dan mengurangi simpanan air dalam tanah yang berguna untuk pertumbuhan tanaman (Baroroh, 2001; Suripin, 2000; Haryati *et al*, 2001).

Erosi ialah hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diangkut oleh media alami ketempat lain. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut akan diendapkan di tempat lain didalam sungai, waduk, danau, saluran irigasi dan sebagainya. Peningkatan laju aliran permukaan dan erosi dalam jangka panjang akan menyebabkan menurunnya kesuburan tanah di lahan tererosi. Penurunan kesuburan tanah selanjutnya akan menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai sehingga peluang terjadinya banjir di musim penghujan meningkat akibat berkurangnya daya tamping badan sungai terhadap jumlah aliran permukaan yang terjadi. Peningkatan jumlah dan laju aliran

permukaan menyebabkan air hujan yang sampai di permukaan tanah secara cepat dialirkan ke saluran-saluran drainase (sungai) sehingga jumlah air yang masuk ke dalam tanah menjadi berkurang, akibatnya di musim kering peluang terjadinya kekeringan meningkat (Anonymous, 2011<sup>a</sup> ; Erfandi *et al*, 2002; Ispriyanto, 2001).

Erosi sebenarnya ialah proses alami yang mudah dikenali, namun di kebanyakan tempat kejadian ini diperparah oleh aktivitas manusia dalam tata guna lahan yang buruk, penggundulan hutan, kegiatan pertambangan, perkebunan dan perladangan, kegiatan konstruksi atau pembangunan yang tidak tertata dengan baik dan pembangunan jalan. Tanah yang digunakan untuk menghasilkan tanaman pertanian biasanya mengalami erosi yang jauh lebih besar dari tanah dengan vegetasi alaminya. Alih fungsi hutan menjadi ladang pertanian meningkatkan erosi, karena struktur akar tanaman hutan yang kuat mengikat tanah digantikan dengan struktur akar tanaman pertanian yang lebih lemah (Anonymous, 2011<sup>a</sup>). Menurut Hardiyatmo (2006), erosi tanah ialah proses tercabutnya dan pemindahan partikel oleh hal-hal tersebut. Erosi berawal dari seretan dan benturan, atau gaya-gaya tarikan yang bekerja pada partikel individu tanah dipermukaan. Erosi pada umumnya terjadi oleh akibat hujan dan angin. Secara umum, faktor-faktor penyebab terjadinya erosi tanah ialah iklim, kondisi tanah, topografi, tanaman penutup permukaan tanah dan pengaruh gangguan tanah oleh aktifitas manusia.

#### **2.4 Iklim**

Iklim dapat mempengaruhi erosi oleh karena menentukan indeks erosifitas hujan. Selain itu, komponen iklim yaitu curah hujan dapat mempengaruhi laju erosifitas secara terus menerus sesuai intensitas hujan yang terjadi (Anonymous, 2011<sup>a</sup>; Hardiyatmo, 2006).

#### **2.5 Kondisi tanah**

Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi ialah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman tanah dan infiltrasi serta kesuburan tanah. Tekstur tanah ialah ukuran dan proporsi liat, debu dan pasir. Tanah bertekstur kasar seperti pasir dan pasir berkerikil mempunyai kapasitas infiltrasi



tinggi sehingga jumlah air yang menjadi limpasan permukaan akan makin kecil. Tanah yang mengandung liat dalam jumlah yang cukup tinggi dapat tersuspensi oleh butir-butir hujan yang jatuh menyimpannya dan pori-pori lapisan permukaan akan tersumbat oleh butir liat. Hal ini menyebabkan terjadinya limpasan permukaan. Struktur tanah ialah butir primer ke dalam butir sekunder atau agregat. Tanah yang berstruktur granular lebih terbuka dan lebih jarang akan menyerap air lebih cepat daripada struktur dengan susunan butir-butir primer yang lebih rapat. Tanah yang mempunyai stabilitas agregat yang tinggi akan sukar dihancurkan sehingga akan berpengaruh terhadap laju infiltrasi air ke dalam tanah yang berarti dapat mengurangi jumlah limpasan permukaan.

## 2.6 Topografi

Kemiringan dan panjang lereng merupakan dua unsur topografi yang paling berpengaruh dalam limpasan permukaan dan erosi. Unsur yang lain seperti keseragaman, konfigurasi dan arah lereng juga mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi. Besarnya kemiringan lereng akan memperbesar jumlah dan kekuatan limpasan permukaan dan daya angkut air. Makin curam lereng suatu lahan maka jumlah limpasan permukaan juga akan meningkat. Panjang lereng dihitung mulai dari titik pangkal limpasan permukaan sampai suatu titik dimana air masuk kedalam suatu saluran atau dimana kemiringan lereng berkurang sehingga kecepatan air berkurang. Air yang mengalir dipermukaan tanah akan berkumpul di ujung lereng, dengan demikian berarti lebih banyak air yang mengalir dan semakin besar kecepatannya dibawah lereng. Akibatnya, tanah bagian bawah lereng akan mengalami erosi lebih besar daripada bagian atasnya. Keseragaman lereng akan menentukan pula kemungkinan besar dan kecilnya limpasan permukaan dan erosi. Semakin tidak seragam suatu lereng maka limpasan permukaan dan erosi yang terjadi akan semakin kecil (Arsyad, 2000).

### 2.6.1 Tanaman penutup permukaan tanah

Vegetasi penutup tanah akan menghambat aliran air dipermukaan. Adanya distribusi pertumbuhan yang baik dalam menutupi tanah akan memperlambat laju aliran air, tetapi akan mencegah kecepatan konsentrasi air. Dengan bertambahnya



limpasan permukaan, maka akan memberikan kesempatan pada air untuk masuk ke dalam tanah (infiltrasi) sehingga jumlah limpasan permukaan akan berkurang (Arsyad, 2000).

### **2.7 Pengaruh gangguan tanah oleh aktifitas manusia**

Pengaruh manusia terhadap limpasan permukaan ditunjukkan melalui kemampuannya mengubah keseimbangan alam. Kegiatan manusia dapat meningkatkan atau menurunkan besarnya limpasan permukaan. Kedua hal ini ditentukan oleh cara penggunaan dan pengelolaan lahan yang diterapkan. Tindakan manusia seperti menebang hutan dan pengelolaan tanah yang tidak memenuhi kaedah konservasi tanah dan air dapat mengakibatkan limpasan permukaan yang semakin meningkat. Tindakan manusia untuk mencegah peningkatan limpasan permukaan dan erosi antara lain penanaman tanaman penutup tanah, pembuatan teras pada tanah berlereng, penanaman dalam strip, dan pembuatan saluran menurut kontur (Farida, 2001).

### **2.8 Infiltrasi**

Infiltrasi dapat diartikan sebagai proses masuknya air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Setelah keadaan jenuh pada lapisan tanah bagian atas terlampaui, sebagian dari air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi bumi dan dikenal dengan proses perkolasi. Laju maksimal gerakan air masuk ke dalam tanah dinamakan kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah. Sebaliknya, apabila intensitas hujan lebih kecil dari pada kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan (Asdak, 1995).

Kondisi permukaan, seperti sifat pori dan kadar air rendah, sangat menentukan jumlah air hujan yang diinfiltrasikan dan jumlah runoff. Jadi, laju infiltrasi yang tinggi tidak hanya meningkatkan jumlah air yang tersimpan dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman, tetapi juga mengurangi besarnya banjir dan erosi yang diaktifkan oleh runoff. Pukulan butir-butir hujan pada permukaan tanah

yang terbuka menghancurkan dan mendispersikan agregat tanah yang mengakibatkan penyumbatan pori tanah di permukaan. Hal ini akan menurunkan laju infiltrasi. Penurunan laju infiltrasi juga dapat terjadi karena *overgrazing*, dan pemadatan tanah akibat penggunaan alat-alat berat (Hakim, *et.al.*, 1986).

Pengaruh tanaman di atas permukaan tanah ada 2 yaitu berfungsi menghambat aliran air dipermukaan sehingga kesempatan berinfiltrasi besar, sedangkan yang kedua sistem akar-akaran yang dapat lebih menggemburkan tanah. Sehingga makin baik penutupan tanah, maka laju infiltrasi cenderung lebih tinggi (Harto, 1993).

Proses infiltrasi adalah bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran di sungai. Dengan adanya proses infiltrasi, maka dapat mengurangi terjadinya banjir, mengurangi terjadinya erosi tanah. Selain itu kegunaan dari infiltrasi adalah memenuhi kebutuhan tanaman dan vegetasi akan air, mengisi kembali reservoir tanah dan menyediakan aliran sungai pada saat musim kemarau (Scyhan, 1990).

Kapasitas infiltrasi adalah kemampuan tanah dalam merembeskan banyaknya air ke dalam tanah. Besarnya kapasitas infiltrasi dapat memperkecil berlangsungnya aliran permukaan tanah. Berkurangnya pori-pori tanah yang umumnya disebabkan oleh pemadatan tanah, menyebabkan menurunnya infiltrasi (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1991).

Di dalam tanah, air berada di dalam ruang pori di antara padatan tanah, jika tanah dalam keadaan jenuh air, ruang pori tanah terisi oleh air. Dalam keadaan ini disebut “kapasitas penyimpanan air maksimum”. Selanjutnya, jika tanah dibiarkan mengalami pengeringan sebagian lainnya terisi air. Dalam keadaan ini tanah dikatakan jenuh (Islami dan Wani, 1995).

Kapasitas infiltrasi rata-rata berkorelasi dengan sifat-sifat fisik tanah. Korelasi bersifat positif terhadap porositas tanah dan kandungan bahan organik, beberapa kapasitas infiltrasi khas untuk berbagai tekstur tanah. Pemadatan oleh hujan, hewan ataupun peralatan yang berat secara drastis dapat mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air dengan tertutupnya pori-pori tanah (Lee, 1990).



Kapasitas menahan air berhubungan dengan luas permukaan adsorpsi dan volume ruang pori, sehingga ditentukan baik oleh tekstur maupun struktur tanah. Tanah bertekstur halus mempunyai kapasitas total menahan air tertinggi, tetapi jika air tersedia tertinggi dipunyai oleh tanah bertekstur sedang. Pengaruh bahan organik bukan semata-mata disebabkan oleh kemampuan bahan organik menahan air, tetapi juga peranannya dalam pembentukan struktur dan porositas tanah (Hakim, *et.al.*, 1986).

Kandungan air tanah berkaitan dengan kelembaban tanah yang berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Laju infiltrasi terbesar terjadi pada tanah dengan kandungan air rendah dan sedang, tetapi makin tinggi kadar air sampai keadaan jenuh air, laju infiltrasi menurun hingga mencapai minimum sehingga menyebabkan laju permeabilitas yang rendah (Asdak, 1995).

#### 2.8.1 Proses Terjadinya Infiltrasi

Ketika air hujan menyentuh permukaan tanah, sebagian atau seluruh air hujan tersebut masuk ke dalam tanah melalui pori-pori permukaan tanah. Proses masuknya air hujan ke dalam tanah disebabkan oleh tarikan gaya gravitasi dan gaya kapiler tanah. Laju air infiltrasi yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dibatasi oleh besarnya diameter pori-pori tanah. Di bawah pengaruh gaya gravitasi, air hujan mengalir tegak lurus ke dalam tanah melalui profil tanah. Pada sisi yang lain, gaya kapiler bersifat mengalirkan air tersebut tegak lurus ke atas, ke bawah dan ke arah horizontal. Gaya kapiler tanah ini bekerja nyata pada tanah dengan pori-pori yang relatif kecil (USDA NRCS, 1998).

Dapat dikatakan bahwa, proses infiltrasi melibatkan tiga proses yang saling tidak tergantung satu sama lain, yaitu (1) proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah, (2) tertampungnya air hujan tersebut di dalam tanah, (3) proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain (bawah, samping, dan atas). Meskipun tidak saling tergantung, ketiga proses tersebut saling terkait. Besarnya laju infiltrasi pada tanah tidak bervegetasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas hujan (Asdak, 1995).



## 2.8.1 Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Infiltrasi Tanah

### 1. Tekstur

Tekstur tanah adalah perbandingan kandungan partikel-partikel tanah primer berupa fraksi liat, debu dan pasir dalam suatu tanah. Partikel-partikel tanah itu mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda-beda dan dapat digolongkan ke dalam tiga fraksi seperti tersebut di atas. Ada yang berdiameter besar sehingga dengan mudah dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi ada juga yang sedemikian halusanya, seperti koloidal, sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (Sarief, 1986). Partikel pasir ukurannya jauh lebih besar dan memiliki luas permukaan yang kecil dibandingkan dengan partikel debu dan liat. Oleh karena itu, maka peranan partikel pasir dalam ikut mengatur sifat-sifat kimia tanah adalah kecil sekali, tetapi fungsi utamanya adalah sebagai penyokong tanah dalam mana disekelilingnya terdapat partikel-partikel liat dan debu yang lebih aktif. Tanah-tanah yang memiliki kemampuan besar dalam memegang air adalah fraksi liat. Sedangkan tanah-tanah yang mengandung debu yang tinggi dapat memegang air tersedia untuk tanaman (Hakim, *et.al.*, 1986).

Tanah yang bertekstur kasar mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi; sedangkan tanah yang bertekstur tanah halus mempunyai kapasitas infiltrasi kecil, sehingga dengan curah hujan yang cukup rendah pun akan menimbulkan limpasan permukaan (Utomo, 1989).

Tanah berpasir mempunyai kemampuan infiltrasi dan hantaran hidrolis tinggi serta daya menahan air rendah, sehingga pergerakan air jenuh lebih mudah dan cepat. Sebaliknya, tanah yang bertekstur halus mempunyai kapasitas total menahan air tertinggi, tetapi jumlah air tersedia tertinggi dipunyai oleh tanah bertekstur sedang. Pengaruh bahan organik bukan semata-mata disebabkan oleh kemampuan bahan organik menahan air, tetapi juga peranannya dalam pembentukan struktur dan porositas tanah. Selain itu tanah yang bertekstur halus umumnya mempunyai perkolasi air rendah, karena penyumbatan pori oleh pembengkakan koloid tanah, serta adanya udara yang terjepit (Hakim, *et.al.*, 1986).

Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah, yaitu berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah. Terjadi tidaknya aliran permukaan, tergantung kepada dua sifat yang dimiliki oleh tanah tersebut, yaitu :

1. Kapasitas infiltrasi, yaitu kemampuan tanah untuk meresapkan air, diukur dalam mm setiap satuan waktu.
2. Permeabilitas dari lapisan tanah yang berlainan, yaitu kemampuan tanah untuk meluluskan air atau udara ke lapisan bawah profil tanah (Suripin, 2004).

Tanah-tanah yang bertekstur kasar seperti pasir dan pasir berkerikil mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi dan jika tanah tersebut dalam, maka erosi dapat diabaikan. Tanah bertekstur halus juga mempunyai kapasitas infiltrasi yang cukup tinggi, akan tetapi jika terjadi aliran permukaan maka butir-butir halus akan mudah terangkut. Tanah-tanah yang mengandung liat dalam jumlah yang tinggi dapat tersuspensi oleh butir-butir hujan yang jatuh menyimpannya dan pori-pori lapisan permukaan akan tersumbat oleh butir-butir liat. Hal ini menyebabkan terjadinya aliran permukaan dan erosi yang hebat (Harahap, 2007).

Besar dari pori tanah tergantung dari ukuran partikel tanah. Tanah yang liatnya tinggi memiliki pori-pori tanah yang sempit. Sedangkan tanah yang mengandung banyak pasir memiliki pori-pori yang kecil, tetapi luas atau banyak. Air akan mengalir deras pada tanah yang memiliki pasir yang tinggi dan ini disebut dengan *macropori*. Pori-pori yang kecil atau yang sering disebut sebagai *micropori* mampu untuk menahan air. Kedua ukuran pori tanah tersebut sangat penting, dimana untuk menahan air dibutuhkan tanah yang mikropori dan untuk makropori untuk menahan udara (Plaster, 1992). Tipe-tipe partikel tanah (pasir, liat, dan debu) dapat mengontrol laju infiltrasi. Sebagai contoh, permukaan tanah yang berpasir secara umum memiliki laju infiltrasi yang tinggi dari pada tanah yang permukaannya liat. Dan kenyataannya juga pada beberapa pengamatan memang kapasitas infiltrasi pada fraksi pasir adalah lebih besar dibandingkan dengan fraksi liat, hal ini memang dipengaruhi oleh karena liat kaya akan pori yang halus tetapi miskin akan pori yang besar. Sebaliknya pasir miskin akan pori halus, namun kaya akan pori yang besar (Kartasapoetra, 1989).



Air bergerak lebih cepat melalui pori-pori dan ruang pori yang besar pada tanah berpasir dari pada melalui pori-pori yang kecil pada tanah liat. Ketika kandungan bahan organik tanah rendah, akan berpengaruh signifikan dalam hal kerentanan terhadap pengerasan fisik tanah (Soil Quality Institute *et.al*, 2001).

## 2. Struktur Tanah

Struktur tanah adalah susunan agregat-agregat primer tanah secara alami menjadi bentuk tertentu yang dibatasi oleh bidang-bidang. Struktur tanah dapat di nilai dari stabilitas agregat, kerapatan lindak, dan porositas tanah. Struktur tanah ditentukan oleh tiga kelompok yaitu mineral-mineral liat, oksida-oksida besi, dan mangan, serta bahan organik koloidal gum yang dihasilkan oleh jasad renik (Muhdi, 2004).

Tanah-tanah yang memiliki kekuatan agregat tanah yang kuat menjadi granular atau struktur tanah yang memiliki laju infiltrasi yang tinggi dari pada tanah yang mempunyai agregat yang lemah, massive atau struktur plate. Tanah-tanah yang memiliki ukuran struktur yang lebih kecil memiliki laju infiltrasi yang lebih tinggi dari pada tanah-tanah yang ukuran agregat tanahnya besar (Plaster, 1992).

Bentuk struktur tanah yang membulat (granular dan remah) menghasilkan tanah dengan daya serap tinggi sehingga air mudah meresap ke dalam tanah. Struktur tanah remah (tidak mantap), sangat mudah hancur oleh pukulan air hujan menjadi butir-butir halus, sehingga menutupi pori-pori tanah. Akibatnya air infiltrasi terhambat dan aliran permukaan meningkat (Giancinta, 2006).

Kerusakan struktur tanah diawali dengan penurunan kestabilan agregat tanah sebagai akibat dari pukulan air hujan dan kekuatan limpasan permukaan. Penurunan kestabilan agregat tanah akan berkaitan dengan penurunan kandungan bahan organik tanah, aktivitas perakaran tanaman dan mikroorganisme tanah. Penurunan ketiga agen pengikat agregat tanah tersebut selain menyebabkan agregat tanah relatif mudah pecah sehingga menjadi agregat atau partikel yang lebih kecil juga menyebabkan terbentuknya kerak di permukaan tanah (*soil crusting*) yang mempunyai sifat padat dan keras bila kering. Agregat atau partikel-partikel yang halus akan terbawa aliran air ke dalam tanah sehingga menyebabkan



penyumbatan pori tanah. Pada saat hujan turun kerak yang terbentuk di permukaan tanah juga menyebabkan penyumbatan pori tanah. Akibat proses penyumbatan pori tanah ini porositas tanah, distribusi pori tanah, dan kemampuan tanah untuk mengalirkan air mengalami penurunan dan limpasan permukaan akan meningkat (Suprayogo, 2002).

Agregat-agregat dalam tanah selalu dalam tingkatan perubahan yang berkelanjutan. Pembasahan, pengeringan, pengolahan tanah dan aktifitas biologis, semuanya berperan dalam pengrusakan dan pembangunan agregat-agregat tanah. Struktur lapisan olah dipengaruhi oleh pengelolaan praktis dan dimana aerasi dan drainase membatasi pertumbuhan tanaman, sistem pertanaman yang mampu menjaga kemantapan agregasi tanah akan memberikan hasil yang tertinggi bagi produksi pertanian (Hakim, *et.al.*, 1986).

### 3. Bahan Organik (BO)

Jika permukaan tanah tertutup oleh pohon-pohon dan rumput-rumputan maka infiltrasi dapat dipercepat. Pada tanah yang bercampur lempung yang tidak tertutup dengan tumbuh-tumbuhan, lapisan teratas akan dimampatkan oleh curah hujan, penyumbatan dengan bahan-bahan halus. Tetapi jika tanah itu ditutupi dengan lapisan daun-daunan yang jatuh, maka lapisan itu mengembang dan menjadi sangat permeabel. Kapasitas infiltrasinya adalah beberapa kali lebih besar dari pada efek jenis tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 1987).

Bahan organik tanah merupakan penimbunan, terdiri sebagian dari sisa dan sebagian dari pembentukan dari sisa tumbuhan dan hewan. Bahan organik yang dikandung oleh tanah hanya sedikit, kurang lebih hanya 3 sampai 5% dari berat tanah dalam topsoil tanah mineral yang mewakili. Bahan organik berperan sebagai pembentuk butir (*granulator*) dari butir-butir mineral, yang menyebabkan terjadinya keadaan gembur pada tanah produktif. Bahan ini biasanya berwarna hitam atau coklat bersifat koloida. Daya menahan air dan ion-ion hara jauh lebih besar daripada lempung (Buckman and Brady, 1982).

Kandungan bahan organik tanah menentukan kepekaan tanah terhadap erosi. Tanah-tanah yang cukup mengandung bahan organik umumnya menyebabkan struktur tanah menjadi mantap sehingga tahan terhadap erosi.

Tanah dengan kandungan bahan organik kurang dari 2% umumnya peka terhadap erosi (Asikin, 2006).

Bahan organik yang telah mengalami pelapukan mempunyai kemampuan menyerap dan menahan air yang tinggi. Bahan organik dapat menyerap air sebesar dua sampai tiga kali beratnya, akan tetapi kemampuan ini hanya merupakan faktor kecil dalam pengaruhnya terhadap aliran permukaan. Pengaruh bahan organik dalam mengurangi aliran permukaan terutama berupa perlambatan aliran permukaan, peningkatan infiltrasi dan pemantapan agregat tanah (Harahap, 2007).

Masuknya bahan organik ke dalam tanah yang terus-menerus dari daun-daun, cabang dan ranting yang berguguran sebagai serasah, dan dari akar tanaman serta hewan yang telah mati dapat meningkatkan laju infiltrasi air tanah dan penyerapan air oleh tumbuhan hutan, maka terjadi pengurangan limpasan permukaan, bahaya banjir, dan pencemaran air tanah (Widianto, 2003).

Tidak adanya penambahan bahan organik dari hasil pemangkasan akan menyebabkan bahan organik tanah akan menurun. Dengan penurunan kandungan bahan organik, maka berakibat kurang terikatnya butir-butir primer menjadi agregat oleh bahan organik sehingga porositas tanah menurun, penurunan porositas dapat berakibat pada penurunan laju infiltrasi (Muhdi, 2004).

Bahan organik adalah bahan pemantap agregat tanah. Bahan organik merupakan salah satu bahan yang penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia maupun dari segi biologi tanah. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman setelah mengalami dekomposisi dan akan terangkut ke lapisan bawah berupa akar, batang, ranting, daun, bunga, dan buah, dan juga bahan organik. Peranan bahan organik tanah bagi ciri fisik tanah adalah kemampuan tanah menahan air meningkat dengan cara meningkatkan porositas tanah dan merangsang kekuatan agregat tanah untuk saling mengikat apabila tanah memiliki bahan organik yang besar (Hakim, *et.al.*, 1986).

### 2.9 Wortel (*Daucus carota* L.)

Wortel (*Daucus carota* L.) adalah tumbuhan sayur yang ditanam sepanjang tahun. Terutama di daerah pegunungan yang memiliki suhu udara dingin dan lembab, kurang lebih pada ketinggian 1200 meter di atas permukaan



laut. Tumbuhan wortel membutuhkan sinar matahari dan dapat tumbuh pada semua musim. Wortel mempunyai batang daun basah yang berupa sekumpulan pelepah (tangkai daun) yang muncul dari pangkal buah bagian atas (umbi akar), mirip daun seledri. Wortel menyukai tanah yang gembur dan subur (Anonymous, 2011).

Untuk pertumbuhan dan produksi umbi dibutuhkan suhu udara optimal antara 15,6-21,1 °C. Suhu udara yang terlalu tinggi (panas) seringkali menyebabkan umbi kecil-kecil (abnormal) dan berwarna pucat/kusam. Bila suhu udara terlalu rendah (sangat dingin), maka umbi yang terbentuk menjadi panjang dan kecil. Tanaman ini dapat tumbuh baik pada keasaman tanah (pH) antara 5,5-6,5 untuk hasil optimal diperlukan pH 6,0-6,8. Pada tanah yang pH-nya kurang dari 5, tanaman wortel akan sulit membentuk umbi. Demikian pula tanah yang mudah becek atau mendapat perlakuan pupuk kandang yang berlebihan, sering menyebabkan umbi wortel berserat, bercabang dan berambut (Anonymous, 2011).

Untuk cara penanamannya mula-mula tanah dicangkul sedalam 40 cm, dan diberi kompos sebanyak 15 ton setiap hektarnya. Areal yang akan dijadikan kebun wortel, tanahnya diolah cukup dalam dan sempurna, kemudian diberi pupuk kandang 20 ton.ha<sup>-1</sup>, baik dicampur maupun menurut larikan sambil meratakan tanah. Penjarangan tanaman wortel dilakukan pada saat tanaman berumur 1 bulan setelah tanam. Tujuan penjarangan adalah untuk memperoleh tanaman wortel cepat tumbuh dan subur, sehingga hasil produksi tinggi. Jenis pupuk yang digunakan untuk pemupukan susulan adalah urea atau ZA dengan dosis pupuk urea 100 kg.ha<sup>-1</sup> atau ZA 200 kg.ha<sup>-1</sup>. Waktu pemberian pupuk susulan dilakukan bersamaan dengan kegiatan penyiangan, yakni pada saat tanaman wortel berumur 1 bulan. Cara pemupukan yang baik adalah dengan menyebarkan secara merata dalam alur-alur atau garitan-garitan dangkal atau dimasukkan ke dalam lubang pupuk (tugal) sejauh 5-10 cm dari batang wortel, kemudian segera ditutup dengan tanah dan disiram atau diairi hingga cukup basah. Pada fase awal pertumbuhannya, tanaman wortel memerlukan air yang memadai, sehingga perlu disiram (diairi) 1-2 kali sehari, terutama pada musim kemarau. Bila tanaman wortel sudah tumbuh besar, maka pengairan dapat dikurangi. Hal penting yang harus diperhatikan adalah agar tanah tidak kekeringan. Untuk pengendalian hama



secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan insektisida Furadan 3 G atau Indofuran 3 G pada saat tanam atau disemprot Hostathion 40 EC (Anonymous, 2011).

Tanaman wortel yang telah berumur  $\pm$  3 bulan sejak sebar benih atau tergantung varietasnya. Tanaman wortel dipanen pada umur 100-120 hari setelah tanam. Ukuran umbi telah maksimal dan tidak terlalu tua. Panen yang terlalu tua (terlambat) dapat menyebabkan umbi menjadi keras dan berkatu, sehingga kualitasnya menurun. Demikian pula panen terlalu awal hanya akan menghasilkan umbi berukuran kecil, sehingga produksi rendah. Mengumpulkan seluruh rumpun (tanaman) wortel yang telah dipanen pada suatu tempat, misalnya di pinggir kebun yang teduh, atau di gudang penyimpanan hasil. Menyimpan hasil panen wortel dalam wadah atau ruangan yang suhunya dingin dan berventilasi baik (Anonymous, 2011).

### 2.10 Apel (*Malus sylvestris* MILL)

Apel merupakan tanaman buah tahunan yang berasal dari daerah Asia Barat dengan iklim sub tropis. Di Indonesia apel telah ditanam sejak tahun 1934 hingga saat ini. Terutama di daerah pegunungan yang memiliki suhu udara dingin dan lembab, kurang lebih pada ketinggian 1200 meter di atas permukaan laut. Curah hujan yang ideal adalah 1.000-2.600 mm/tahun dengan hari hujan 110-150 hari/tahun. Dalam setahun banyaknya bulan basah adalah 6-7 bulan dan bulan kering 3-4 bulan. Curah hujan yang tinggi saat berbunga akan menyebabkan bunga gugur sehingga tidak dapat menjadi buah. Tanaman apel membutuhkan cahaya matahari yang cukup antara 50-60% setiap harinya, terutama pada saat pembungaan. Suhu yang sesuai berkisar antara 16-27 derajat C. Kelembaban udara yang dikehendaki tanaman apel sekitar 75-85% (Anonymous, 2011).

Tanaman apel tumbuh dengan baik pada tanah yang bersolum dalam, mempunyai lapisan organik tinggi, dan struktur tanahnya remah dan gembur, mempunyai aerasi, penyerapan air, dan porositas baik, sehingga pertukaran oksigen, pergerakan hara dan kemampuan penyimpanan airnya optimal. Tanah yang cocok adalah Latosol, Andosol dan Regosol. Derajat keasaman tanah (pH) yang cocok untuk tanaman apel adalah 6-7 dan kandungan air tanah yang

dibutuhkan adalah air tersedia. Dalam pertumbuhannya tanaman apel membutuhkan kandungan air tanah yang cukup. Kelerengan yang terlalu tajam akan menyulitkan perawatan tanaman, sehingga bila masih memungkinkan dibuat terasering maka tanah masih layak ditanami.

Persiapan yang diperlukan adalah persiapan pengolahan tanah dan pelaksanaan survai. Tujuannya untuk mengetahui jenis tanaman, kemiringan tanah, keadaan tanah, menentukan kebutuhan tenaga kerja, bahan peralatan dan biaya yang diperlukan. Pembukaan lahan tanah diolah dengan cara mencangkul tanah sekaligus membersihkan sisa-sisa tanaman yang masih tertinggal. Pembentukan bedengan pada tanaman apel bedeng hampir tidak diperlukan, tetapi hanya peninggian alur penanaman. Pengapuran bertujuan untuk menjaga keseimbangan pH tanah hanya dilakukan apabila pH tanah kurang dari 6. Untuk pemupukan pupuk yang diberikan pada pengolahan lahan adalah pupuk kandang sebanyak 20 kg per lubang tanam yang dicampur merata dengan tanah, setelah itu dibiarkan selama 2 minggu. Tanaman apel dapat ditanam secara monokultur maupun intercropping (Anonymous, 2011).

Intercropping hanya dapat dilakukan apabila tanah belum tertutup tajuk-tajuk daun atau sebelum 2 tahun. Tapi pada saat ini, setelah melalui beberapa penelitian intercropping pada tanaman apel dapat dilakukan dengan tanaman yang berhabitat rendah, seperti cabai, bawang dan lain-lain. Tanaman apel tidak dapat ditanam pada jarak yang terlalu rapat karena akan menjadi sangat rimbun yang akan menyebabkan kelembaban tinggi, sirkulasi udara kurang, sinar matahari terhambat dan meningkatkan pertumbuhan penyakit. Jarak tanam yang ideal untuk tanaman apel tergantung varietas. Untuk varietas Manalagi dan Prices Moble adalah 3-3.5 x 3.5 m, sedangkan untuk varietas Rome Beauty dan Anna dapat lebih pendek yaitu 2-3 x 2.5-3 m. Ukuran lubang tanam antara 50 x 50 x 50 cm sampai 1 x 1 x 1 m. Tanah atas dan tanah bawah dipisahkan, masing-masing dicampur pupuk kandang sekurang-kurangnya 20 kg. Setelah itu tanah dibiarkan selama 2 minggu, dan menjelang tanam tanah galian dikembalikan sesuai asalnya. Penanaman apel dilakukan baik pada musim penghujan atau kemarau (di sawah). Untuk lahan tegal dianjurkan pada musim hujan. Pemupukan pada musim hujan/tanah sawah dilakukan bersamaan rompes daun (3 minggu). NPK (15-15-



15) 1-2 kg/pohon atau campuran Urea, TSP, KCl/ZK 3 kg/pohon (4:2:1). Melihat situasi buah, yaitu bila buah lebat (2,5-3 bulan setelah rompes. NPK (15-15-15) 1 kg/pohon atau campuran Urea, TSP dan KCl/ZK 1 kg/pohon sedangkan pada musim kemarau/tanah tegal dilakukan bersamaan rompes tidak diberi pupuk (tidak ada air). 2-3 bulan setelah rompes (ada hujan). NPK (15-15-15) 1-2 kg/pohon atau campuran Urea, TSP, dan KCl/ZK 3 kg/pohon (4:2:1). Cara pemupukan disebar di sekeliling tanaman sedalam 20 cm sejauh lebar daun, lalu ditutup tanah dan diiri. Untuk pupuk kandang cukup diberikan sekali setahun (2 x panen) 1-2 pikul setiap pohon pada musim kemarau setelah panen.

Untuk meningkatkan pertumbuhan perlu diberikan pupuk daun dan ZPT pada 5-7 hari sampai menjelang bunga setelah rompes (Gandasil B 1 gram/liter) + Atonik/Cepha 1 cc/liter diselingi dengan Metalik-Multi Mikro dan 5-7 hari sekali sampai menjelang panen (2,5 bulan) dari rompes Gandasil D (1 gram/liter). Selain itu perlu digunakan zat pengatur tumbuh Dormex sekali setahun setelah rompes (jangan sampai 10 hari setelah rompes) sebanyak 2600 liter larutan dengan dosis 3 liter/200 liter air. Pengairan dan penyiraman untuk pertumbuhannya, tanaman apel memerlukan pengairan yang memadai sepanjang musim. Pada musim penghujan, masalah kekurangan air tidak ditemui, tetapi harus diperhatikan jangan sampai tanaman terendam air. Karena itu perlu drainase yang baik. Sedangkan pada musim kemarau masalah kekurangan air harus diatasi dengan cara menyirami tanaman sekurang-kurangnya 2 minggu sekali dengan cara dikocor. Penyemprotan Pestisida untuk pencegahan, penyemprotan dilakukan sebelum hama menyerang tanaman atau secara rutin 1-2 minggu sekali dengan dosis ringan. Untuk penanggulangan, penyemprotan dilakukan sedini mungkin dengan dosis tepat, agar hama dapat segera ditanggulangi. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pagi atau sore hari. Jenis dan dosis pestisida yang digunakan dalam menanggulangi hama sangat beragam tergantung dengan hama yang dikendalikan dan tingkat populasi hama tersebut, pengendalian secara lebih terinci akan dijelaskan pada poin hama dan penyakit (Anonymous, 2011).



### 3. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Desa Sumber Brantas jenis tanah Andisol, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Sejak bulan November 2010 hingga Januari 2011. Lokasi berada di sebelah barat daya gunung Arjuno dengan ketinggian tempat sekitar 1300 m dpl.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ialah: petak erosi sebagai sampel area pengukuran erosi, apron untuk menangkap air limpasan permukaan dari petak erosi penelitian, chinometer untuk mengukur tingkat erosi yang terjadi pada lahan penelitian, selang untuk menyalurkan air limpasan permukaan dari chinometer, jirigen untuk menampung air limpasan permukaan lahan penelitian dari chinometer, ombrometer untuk mengukur tingkat curah hujan, klinometer untuk mengukur kemiringan lahan, timbangan analitik untuk menimbang berat segar dan berat kering tanah dan tanaman, meteran untuk mengukur tinggi tanaman, oven untuk mengeringkan tanah dan tanaman, gelas ukur untuk mengambil air dan mengukur volume air tersebut, corong untuk tempat menyaring sampel limpasan air dan erosi dan kertas saring untuk menyaring.

Bahan yang digunakan ialah tanaman wortel dan apel serta pupuk yang digunakan ialah pupuk kandang, urea dan ZA dengan dosis masing-masing pupuk sebesar  $20 \text{ ton.ha}^{-1}$ ,  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  dan  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

#### 3.3 Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini dibuat 4 buah plot erosi yang berjajar pada kemiringan tanah yang sama, yang berisi tanaman.

P<sub>1</sub> = Plot erosi dengan bedengan searah lereng dengan tanaman wortel

P<sub>2</sub> = Plot erosi dengan bedengan searah kontur dengan tanaman wortel

P<sub>3</sub> = Plot erosi dengan bedengan searah lereng dengan tanaman apel dan wortel

P<sub>4</sub> = Plot erosi dengan bedengan searah kontur dengan tanaman apel dan wortel

Analisis tanaman diambil tiga tanaman tiap plot yang mewakili tanaman pada guludan bagian atas, tengah dan bawah . Supaya diketahui perbedaan kandungan unsur hara antara ketiga tanaman tersebut.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan

Pembuatan petak erosi terdiri dari 4 buah petak dengan perlakuan plot erosi dengan bedengan searah kontur dengan tanaman apel dan wortel, plot erosi dengan bedengan searah kontur dengan tanaman wortel, plot erosi dengan bedengan searah lereng dengan tanaman apel dan wortel, plot erosi dengan bedengan searah lereng dengan tanaman wortel.

Batas petak erosi dibuat dari seng, dengan ketinggian 25 cm di atas permukaan tanah. Pada ujung petak erosi dipasang apron, chinometer dan jirigen kapasitas 20 liter. Apron berukuran panjang 40 cm, lebar 20 cm dan tinggi 20 cm (volume apron  $16.000 \text{ m}^3$ ), sedangkan chinometer berukuran panjang 50 cm, lebar 25 cm dan tinggi 15 cm.

Kalibrasi, yang bertujuan untuk mengetahui persentase (%) air yang keluar melalui lubang chinometer dan yang tertampung dalam plastik besar. Kalibrasi dilakukan dengan cara : Apron diisi air sampai penuh, sehingga air di dalam apron dapat melimpah keluar kemudian limpasan air dari apron dibiarkan beberapa saat sampai air yang keluar tidak ada lagi setelah itu menyediakan dua buah jirigen yang berisi lima liter air dan setelah air dalam apron tenang, tuangkan air dalam jirigen dari ujung apron dengan hati-hati dan konstan agar tidak terjadi riakan air.

#### 3.4.2 Pengolahan tanah

Tanah dicangkul sedalam 40 cm, dan diberi kompos sebanyak  $15 \text{ ton.ha}^{-1}$ . Areal yang akan dijadikan kebun wortel, tanahnya diolah cukup dalam dan sempurna, kemudian diberi pupuk kandang  $20 \text{ ton.ha}^{-1}$ , baik dicampur maupun menurut larikan sambil meratakan tanah.

#### 3.4.3 Penanaman

Dilakukan dengan cara menyebarkan benih wortel yang telah kering keseluruh lahan bedengan agar merata.

#### 3.4.4 Penjarangan

Pemeliharaan dengan penjarangan tanaman wortel dilakukan pada saat tanaman berumur 1 bulan setelah tanam. Tujuan penjarangan adalah untuk memperoleh tanaman wortel cepat tumbuh dan subur, sehingga hasil produksinya dapat tinggi. Untuk pemupukan waktu pemberian pupuk susulan dilakukan bersamaan dengan kegiatan penyiangan, yakni pada saat tanaman wortel berumur 1 bulan. Cara pemupukan yang baik adalah dengan menyebarkan secara merata dalam alur-alur atau garitan-garitan dangkal atau dimasukkan ke dalam lubang pupuk (tugal) sejauh 5-10 cm dari batang wortel, kemudian segera ditutup dengan tanah dan disiram atau diairi hingga cukup basah.

#### 3.4.5 Panen

Panen wortel dilakukan pada umur 4 bulan dengan cara mencabut tanaman wortel langsung dari dalam tanah.

### 3.5 Pelaksanaan Pengamatan Parameter

#### 1. Curah Hujan

Ombrometer digunakan untuk mengukur curah hujan yang dipasang di tengah lahan. Pengamatan dan pengukuran curah hujan dilakukan satu hari setelah kejadian hujan. Pengamatan curah hujan dilakukan dengan cara mengukur tinggi air hujan yang tertampung pada ombrometer dalam satuan mililiter (ml) yang selanjutnya dikonversi kedalam satuan milimeter (mm) dengan cara membagi dengan luas penangkap hujan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Curah hujan} = \frac{\text{curah hujan (ml)} \times 10}{\text{Luas ombrometer}}$$

#### 2. Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan diukur dari volume air yang tertampung di apron dan jurigen yang sudah melalui chinometer. Besarnya limpasan permukaan pada setiap petak erosi pada setiap hari hujan dihitung dengan persamaan:



$$\text{Total limpasan} = \frac{\text{vol A} + (\text{vol J} \times 100/\text{FK})}{\text{Luas petak}}$$

Keterangan : vol A = volume apron  
 vol J = volume jurigen  
 FK = faktor koreksi

Serta limpasan air yang tertampung pada jirigen penampungan chinometer dicatat dan dikonversi menggunakan rumus :

$$\text{Presentase air yang tertampung} = \frac{\text{volume air dalam jirigen} \times 100\%}{10.000 \text{ ml}}$$

### 3. Erosi

Pengamatan erosi dilakukan dengan mengambil 500 ml air yang tertampung di apron, dan 500 ml dari jurigen. Pengambilan sampel air ini dilakukan setelah air yang tertampung diaduk hingga homogen. Tanah yang terikut kemudian disaring dan dioven. Besarnya tanah tererosi pada setiap petak dihitung dengan persamaan:

$$\text{Masa limpasan} = \left[ \frac{\text{vol A} \times \text{MSA}}{\text{vol SA}} \right] + \left[ \frac{100 \times \text{vol J} \times \text{MSJ}}{\text{FK} \times \text{vol SJ}} \right]$$

Keterangan : vol A = volume apron  
 vol SA = volume sampel apron  
 vol J = volume jurigen  
 vol SJ = volume sampel jurigen  
 MSJ = masa sampel jurigen  
 MSA = masa sampel apron  
 FK = faktor koreksi.

$$\text{Erosi} = \frac{\text{masa total limpasan}}{\text{Luas petak perlakuan}} \quad (\text{g m}^{-2})$$

#### 4. Tinggi Tanaman Wortel

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan secara non destruktif dengan mengukur tinggi tanaman mulai dari pangkal batang sampai bagian titik tumbuh tanaman (cm) dengan menggunakan meteran.

#### 5. Bobot Segar Wortel

Diperoleh dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman dengan menggunakan timbangan analitik dalam satuan gram (g).

#### 6. Bobot Kering Wortel

Tanaman Bobot kering tanaman dilakukan setelah tanaman di oven selama 24 jam lalu ditimbang dengan timbangan analitik.

#### 7. Data produktifitas tanaman wortel, menunjukkan bobot segar per tanaman dan jumlah populasi per hektar (ha).

$$P = \text{Bobot segar per tanaman} \times \text{jumlah populasi per hektar}$$

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dilakukan pengujian menggunakan analisis (uji T) dengan taraf nyata  $p = 0,05$ .

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 HASIL

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sumber Brantas jenis tanah Andisol, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Sejak bulan November hingga Januari 2011. Lokasi berada di sebelah barat daya gunung Arjuno dengan ketinggian tempat sekitar 1300 m dpl.

#### 4.1.1 Kemiringan Lahan

Lokasi penelitian adalah lahan dengan topografi yang agak bergelombang dengan kemiringan 10-15 %. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan letak, ukuran petak erosi dan kemiringan petak erosi. Kemiringan lahan pada petak percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kemiringan Lahan Pada Petak Percobaan

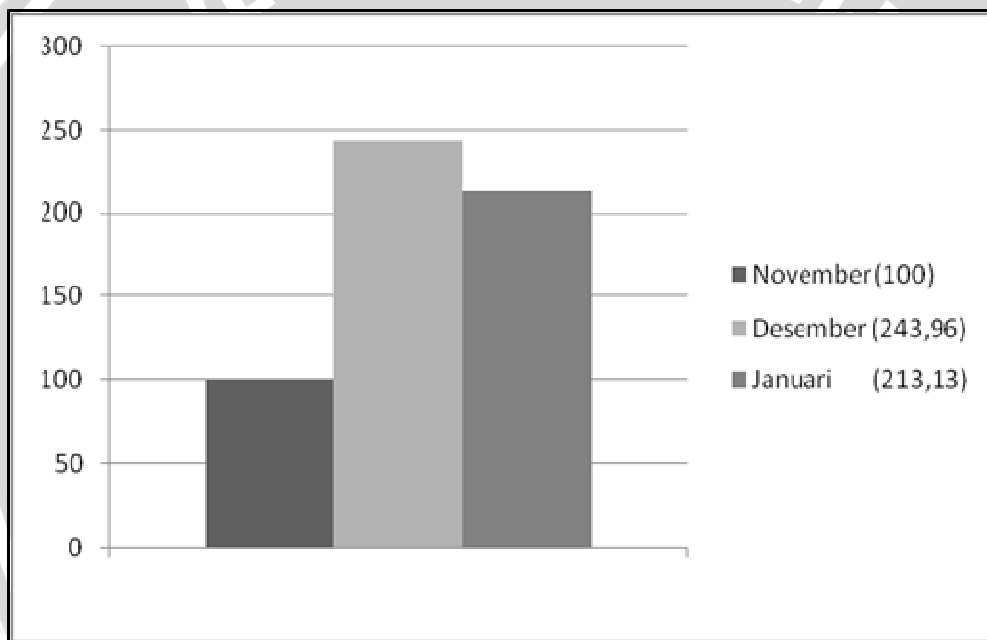
Perlakuan	Kemiringan (%)	Kemiringan (°)	Panjang petak erosi (cm)	Lebar petak erosi (cm)
petak searah lereng (non konservasi)	14	13,3	1500	250
petak searah kontur (konservasi)	14	13,1	1500	250

Pada petak searah lereng dan searah kontur mempunyai tingkat kemiringan 14 % dengan panjang petak erosi 1500 cm dan lebar petak erosi 250 cm.



#### 4.1.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi pada suatu lahan. Pengamatan dilakukan tiap hari hujan dengan menggunakan alat penangkar hujan (ombrometer) yang diletakkan pada lahan terbuka. Pengamatan curah hujan dilakukan mulai bulan November 2010 sampai bulan Januari 2011. Kondisi curah hujan tiap bulan berbeda beda, sehingga mengakibatkan laju erosi dan limpasan permukaan pada petak percobaan juga berbeda. Rata-rata curah hujan tiap bulan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rata- rata curah hujan bulanan (mm)

Dari data diatas dapat diketahui bahwa curah hujan tertinggi pada bulan Desember (243,96 mm), sedangkan curah hujan terendah pada bulan November 2010 (100 mm). Curah hujan yang bervariasi setiap bulan berpengaruh terhadap erosi dan limpasan permukaan. Semakin tinggi curah hujan maka akan semakin tinggi pula tingkat erosi dan limpasan permukaan pada petak percobaan.

#### 4.1.3 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan (*runoff*) adalah sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah tetapi tidak mampu meresap ke dalam tanah dan mengalir di permukaan tanah. Pengamatan limpasan permukaan pada petak percobaan dilaksanakan mulai bulan November 2010 sampai bulan Januari 2011 (musim hujan). Hasil perhitungan rata-rata limpasan permukaan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Limpasan Permukaan

Perlakuan (plot)	Limpasan (mm)
plot 1	1,31 *
plot 2	0,70 *
plot 1	1,31 *
plot 3	1,04 *
plot 1	1,31 *
plot 4	0,53 *
plot 2	0,70 *
plot 3	1,04 *
plot 2	0,70 *
plot 4	0,53 *
plot 3	1,04 *
plot 4	0,53 *

Keterangan : \* menunjukkan beda nyata, tn menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji t 5 %.

Tabel 2 menunjukkan perlakuan plot 1 memiliki rata-rata limpasan permukaan yang paling tinggi sebesar (1,31 mm) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan plot 1, plot 2 (0,70 mm), plot 3 (1,04 mm), plot 4 (0,53 mm) masing-masing memiliki rata-rata limpasan permukaan yang berbeda nyata.

#### 4.1.4 Erosi

Pengamatan erosi aktual dilaksanakan mulai bulan November 2010 sampai bulan Januari 2011. Hasil perhitungan erosi aktual dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Erosi Aktual

Perlakuan (plot)	Erosi (ton ha <sup>-1</sup> )	
plot 1	0,11	*
plot 2	0,03	*
plot 1	0,11	*
plot 3	0,07	*
plot 1	0,11	*
plot 4	0,02	*
plot 2	0,03	*
plot 3	0,07	*
plot 2	0,03	*
plot 4	0,02	*
plot 3	0,07	*
plot 4	0,02	*

Keterangan : \* menunjukkan beda nyata, tn menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji t 5 %.

Tabel 3 menunjukkan perlakuan plot 1 memiliki rata-rata limpasan permukaan yang paling tinggi sebesar (0,11 ton ha<sup>-1</sup>) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan plot 1, plot 2 (0,03 ton ha<sup>-1</sup>), plot 3 (0,07 ton ha<sup>-1</sup>), plot 4 (0,02 ton ha<sup>-1</sup>) masing-masing memiliki rata-rata limpasan permukaan yang berbeda nyata.



#### 4.1.5 Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tanaman wortel konservasi (bedengan searah kontur) dengan tanaman wortel non konservasi (bedengan searah lereng) menunjukkan perbedaan yang tidak begitu signifikan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Tinggi Tanaman Wortel.

Perlakuan (plot)	Umur 1 bst (cm)	Umur 2 bst (cm)	Umur 3 bst (cm)
plot 1	6,87 *	12,97 tn	16,90 *
plot 2	7,70 *	12,87 tn	17,77 *
plot 1	6,87 *	12,97 tn	16,90 *
plot 3	7,67 *	13,30 tn	17,97 *
plot 1	6,87 *	12,97 tn	16,90 *
plot 4	7,43 *	13,57 tn	18,70 *
plot 2	7,70 tn	12,87 tn	17,77 tn
plot 3	7,67 tn	13,30 tn	17,97 tn
plot 2	7,70 tn	12,87 tn	17,77 *
plot 4	7,43 tn	13,57 tn	18,70 *
plot 3	7,67 tn	13,30 tn	17,97 *
plot 4	7,43 tn	13,57 tn	18,70 *

Keterangan : \* menunjukkan beda nyata, tn menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji t 5 %.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada umur pengamatan 1 bst perlakuan plot 1 memiliki rata-rata tinggi lebih pendek dibandingkan plot yang lainnya yaitu sebesar (6,87 cm), sedangkan pada umur pengamatan 3 bst, perlakuan plot 4 memiliki rata-rata tinggi tanaman lebih tinggi sebesar (18,70 cm) dibandingkan pada umur pengamatan 1 bst (7,43 cm) pada umur 1 dan 3 bst, perlakuan plot 1 memiliki tinggi tanaman lebih pendek dibandingkan perlakuan plot 3 dan plot 4.

#### 4.1.6 Bobot Segar dan Bobot Kering

Perlakuan konservasi (bedengan searah kontur) dan non konservasi (bedengan searah lereng) menghasilkan bobot segar dan kering tanaman yang rata-rata berbeda. Hal ini dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Rerata Bobot Segar dan Kering Tanaman Wortel Konservasi dengan Non Konservasi.

Perlakuan (plot)	Bobot segar (gr/umbi)	Bobot kering (gr/umbi)
plot 1	189,63 *	37,85 *
plot 2	197,40 *	39,48 *
plot 1	189,63 *	37,85 *
plot 3	199,03 *	40,10 *
plot 1	189,63 *	37,85 *
plot 4	199,13 *	39,81 *
plot 2	197,40 *	39,48 *
plot 3	199,03 *	40,10 *
plot 2	197,40 *	39,48 *
plot 4	199,13 *	39,81 *
plot 3	199,03 *	40,10 *
plot 4	199,13 *	39,81 *

Keterangan : \* menunjukkan beda nyata, tn menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji t 5 %.

Tabel 5 menunjukkan perlakuan plot 1, plot 2, plot 3 dan plot 4 memiliki rata-rata bobot segar dan kering yang berbeda nyata.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan adalah bagian dari air hujan yang jatuh ke tanah dan mengalir di atas permukaan tanah. Limpasan permukaan dan erosi merupakan kejadian yang tidak dapat dipisahkan. Apabila terjadi erosi, biasanya diikuti dengan limpasan permukaan. Namun apabila terjadi limpasan permukaan, belum tentu terjadi erosi (Hardiyatmo, 2006)

Keragaman nilai limpasan permukaan dipengaruhi oleh letak petak percobaan, keadaan petak percobaan, dan curah hujan. Pengaruh letak petak percobaan berupa topografi lahan dan vegetasi, pengaruh keadaan petak percobaan berupa sifat fisik tanah (misalnya berat isi), ukuran plot percobaan dan juga berasal dari tanaman. Dari semua faktor yang disebutkan mempunyai fungsi yang saling berkaitan yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian limpasan permukaan menunjukkan bahwa tingkat limpasan permukaan yang paling tinggi terdapat pada perlakuan plot 1 yaitu 1,31 mm dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Seperti telah diketahui bahwa petak plot 1 merupakan non konservasi, sedangkan petak plot 4 merupakan konservasi.

Pada lahan non konservasi, bentuk bedengan yang searah lereng kurang dapat menahan laju air hujan yang turun. Air hujan yang turun pada lahan non konservasi sebagian besar langsung pada permukaan tanah. Air hujan yang turun langsung pada permukaan tanah menghasilkan limpasan permukaan dan akan masuk kedalam tanah (infiltrasi). Pada petak konservasi saat air hujan turun, akan masuk kedalam tanah (infiltrasi) karena bentuk bedengan yang searah kontur dan menghambat aliran air yang turun sehingga mengurangi limpasan permukaan.

#### 4.2.2 Erosi

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain. Di daerah beriklim tropis, air yang merupakan penyebab utama erosi tanah.. Proses erosi oleh air adalah kombinasi 2 sub proses yaitu penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir primer oleh energi tumbuk butir-butir hujan yang menimpa tanah dan perendaman oleh air yang tergenang (proses dispersi) dan pemindahan (pengangkutan) butir-butir tanah oleh percikan hujan dan penghancuran struktur tanah diikuti pengangkutan butir-butir tanah tersebut oleh air yang mengalir di permukaan tanah (Arsyad, 1989). bila total daya angkut dari air (curahan air hujan + aliran permukaan) lebih besar dari tanah yang tersedia untuk diangkut (total tanah yang dihancurkan), maka akan terjadi erosi.

Dari hasil penelitian menunjukkan tingkat erosi aktual pada petak plot 1 (0,12 ton ha<sup>-1</sup>) lebih tinggi dibandingkan dengan petak plot 2 (0,03 ton ha<sup>-1</sup>) dan plot 3 (0,07 ton ha<sup>-1</sup>) lebih tinggi dibandingkan plot 4 (0,02 ton ha<sup>-1</sup>). Hal ini menunjukkan bahwa petak konservasi memberikan pengaruh positif untuk mengurangi erosi aktual. Tanaman tahunan yang terdapat pada petak konservasi



dapat membantu menahan laju air hujan turun langsung ke tanah, sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan dan erosi aktual.

#### **4.2.3 Tinggi Tanaman**

Pertumbuhan tanaman adalah proses dengan bertambahnya ukuran dan bobot tanaman. Penambahan tersebut disebabkan bertambahnya ukuran organ tanaman seperti tinggi tanaman, bobot umbi akibat dari metabolisme tanaman yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan di daerah pertanaman (suhu, sinar matahari, air, nutrisi dalam tanah dan kelembaban). Apabila salah satu faktor pertumbuhan itu dihambat maka pertumbuhan tanaman akan mengalami penurunan.

Berdasarkan penelitian dapat diketahui bahwa pengaruh penerapan sistem konservasi dibandingkan sistem non konservasi terhadap tinggi tanaman menunjukkan tidak beda nyata dari awal pengamatan dan pada tengah pengamatan menunjukkan tidak nyata dan pada akhir pengamatan menunjukkan beda nyata. Hal ini dikarenakan pengaruh penerimaan cahaya yang hampir sama pada perlakuan konservasi dan non konservasi, karena pada kedua perlakuan terdapat tanaman pohon (apel) yang akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman semusim (wortel). Tinggi tanaman wortel pada perlakuan non konservasi sedikit lebih rendah dikarenakan adanya persaingan dalam penyerapan unsur hara dan air antara tanaman wortel dengan tanaman apel.

#### **4.2.4 Bobot Segar dan Kering**

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot segar dan kering tanaman wortel pada perlakuan konservasi dan non konservasi mengalami perbedaan. Hal ini disebabkan karena adanya persamaan kompetisi air, cahaya, ruang tumbuh dan unsur hara pada perlakuan konservasi dengan perlakuan non konservasi sedangkan yang membedakan antara perlakuan konservasi dan perlakuan non konservasi adalah arah bedengan selereang dan sekontur.

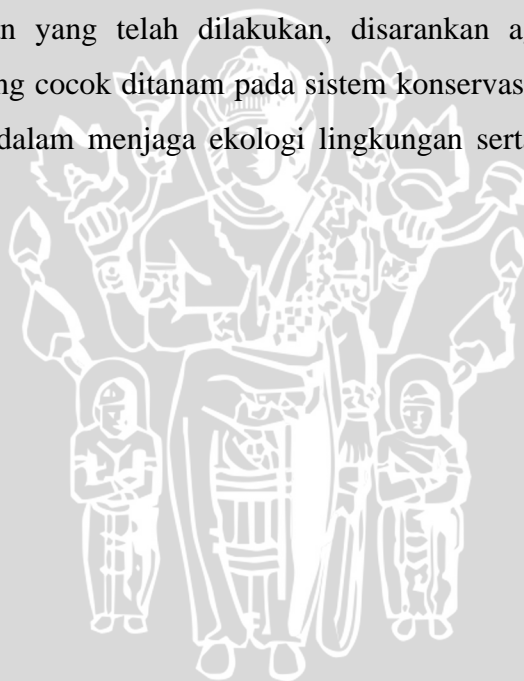
## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan sistem konservasi (bedengan searah kontur) dapat mengurangi erosi dan limpasan permukaan (runoff) dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
2. Hasil tanaman wortel pada perlakuan konservasi dan non konservasi tidak berbeda.

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar terlebih dahulu mengetahui tanaman yang cocok ditanam pada sistem konservasi lahan dan tanaman yang berperan penting dalam menjaga ekologi lingkungan serta bermanfaat secara ekonomi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan Widiyanto. 2004. Petunjuk Praktis Konservasi Pertanian Lahan Kering. World Agroforestry Centre. ICRAF Southeast Asia
- Anonymous, 2011. Guludan.  
<http://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/guludan/>
- Anonymous, 2011. Budidaya wortel.  
<http://dimasadityaperdana.blogspot.com/wortel-daucus-carrota-l-i.html>
- Anonymous, 2011<sup>a</sup>. Erosi dan Faktor-Faktor Penyebab Erosi.  
<http://www.scribd.com/doc/50633305/faktor2-penyebab-erosi>
- Arsanti, I.W. dan M. Boehme. 2006. Sistem Usaha Tani Tanaman Sayuran di Indonesia: Apresiasi Multifungsi Pertanian, Ekonomi dan Eksternalitas Lingkungan. Seminar Multifungsi Pertanian.lido 26-27 Juni 2006. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian
- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. Edisi ke-3. IPB Press. Bogor
- Dariah, A dan E. Husen. 2004. Optimalisasi Multifungsi Pertanian pada Usaha Tani Berbasis Tanaman Sayuran. Balai Penelitian Tanah. Indonesia
- Dariah, A, U Haryati dan T Budhyastoro. 2011. Teknologi Konservasi Tanah Mekanik.  
<http://www.google.co.id/url?sa=t&source=web&cd=14&ved=0CCYQFjADQAO&url=http%3A%2F%2Fbalittanah.litbang.deptan.go.id%2Fdokumentasi%2Fbuku%2Flahankering%2Fberlereng5.pdf&rct=j&q=macam-macam%20guludan&ei=fOqTeqPIYSurAfGjL3kAw&usg=AFQjCNFvHP3onR3etHkJtuUOR5GS7wtHeg&cad=rja>
- Departemen Pertanian. 2004. Statistik Pertanian. Pusat Data dan Statistik, Departemen Pertanian. Jakarta
- Effendi, S. 2003. Pengendalian Erosi Tanah. Bumi Aksara. Jakarta
- Erfandi, D., U. Kurnia dan O. Sopandi. 2002. Pengendalian Erosi dan Perubahan Sifat Fisik Tanah pada Lahan Sayuran Berlereng. Hlm. 277-286 dalam Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Pupuk,



Cisarua-Bogor, 30-31 Oktober 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Buku II.

FAO (Food Agriculture Organization). 2004. Statistical Database. New York, USA.

Farida. 2001. Analisis Limpasan Permukaan. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. IPB. Bogor

Hardiyatmo, Christady, Hary. 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta

Haryati, U. dan U. Kurnia. 2001. Pengaruh Teknik Konservasi Terhadap Erosi dan Hasil Kentang (*Solanum tuberosum*) pada Lahan Budidaya Sayuran. Hlm. 207-219 dalam Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk. Cisarua-Bogor, 30-31 Oktober 2001. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Buku II

Ispriyanto, Rudi., N. M. Arifjaya dan Hendayanto. 2001. Aliran Permukaan dan Erosi di Areal Tumpangsari Tanaman *Pinus Merkusii* Jung. Et De Vriese. IPB. Bogor

Nurida L.N. dan A. Dariah. 2006. Beberapa Tipe Penggunaan Lahan Kering. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian

Subekti. 2004. Efektifitas Guludan dalam Mengendalikan Laju Erosi Lahan. Universitas Diponegoro. Semarang

Suripin. 2000. Konservasi Tanah dan Air. Universitas Diponegoro. Semarang

**Lampiran 1.** Uji t rata-rata limpasan permukaan tiap perlakuan (plot).

- a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata limpasan permukaan plot 1 dan plot 2.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 2</i>
Mean	1,307247	0,703767
Variance	4,572495	1,605664
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,92497	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,579184	
P(T<=t) one-tail	0,000461	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,000922	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,579184 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata limpasan permukaan antara plot 1 dengan plot 2.

- b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata limpasan permukaan plot 1 dan plot 3.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 3</i>
Mean	1,307247	1,03973
Variance	4,572495	3,48037
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,973687	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,212355	
P(T<=t) one-tail	0,0013	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,002601	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,212355 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata limpasan permukaan antara plot 1 dengan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata limpasan permukaan plot 1 dan plot 4.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 4</i>
Mean	1,307247	0,529239
Variance	4,572495	0,928417
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,93451	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,878217	
P(T<=t) one-tail	0,000192	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,000383	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,878217 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata limpasan permukaan antara plot 1 dengan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata limpasan permukaan plot 2 dan plot 3.

	<i>plot 2</i>	<i>plot 3</i>
Mean	0,703767	1,03973
Variance	1,605664	3,48037
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,951745	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	-2,80956	
P(T<=t) one-tail	0,00382	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,00764	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (2,80956 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata limpasan permukaan antara plot 2 dengan plot 3.



e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata limpasan permukaan plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	0,703767	0,529239
Variance	1,605664	0,928417
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,975407	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	2,864228	
P(T<=t) one-tail	0,003314	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,006628	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (2,864228 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata limpasan permukaan antara plot 2 dengan plot 4.

f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata limpasan permukaan plot 3 dan plot 4.

	plot 3	plot 4
Mean	1,03973	0,529239
Variance	3,48037	0,928417
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,957442	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,32462	
P(T<=t) one-tail	0,000952	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,001903	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,32462 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata limpasan permukaan antara plot 3 dengan plot 4.

**Lampiran 2.** Uji t rata-rata erosi tiap perlakuan (plot).a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata erosi plot 1 dan plot 2.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 2</i>
Mean	0,113306	0,029888
Variance	0,041129	0,003788
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,932457	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,631078	
P(T<=t) one-tail	0,000397	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,000793	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,631078 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata erosi antara plot 1 dengan plot 2.

b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata erosi plot 1 dan plot 3.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 3</i>
Mean	0,113306	0,069603
Variance	0,041129	0,019793
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,942128	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,306989	
P(T<=t) one-tail	0,001	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,001999	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,306989 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata erosi antara plot 1 dengan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata erosi plot 1 dan plot 4.

	plot 1	plot 4
Mean	0,113306	0,021413
Variance	0,041129	0,001927
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,901822	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,580952	
P(T<=t) one-tail	0,000459	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,000917	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,580952 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata erosi antara plot 1 dengan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata erosi plot 2 dan plot 3.

	plot 2	plot 3
Mean	0,029888	0,069603
Variance	0,003788	0,019793
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,978904	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	-3,12349	
P(T<=t) one-tail	0,001659	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,003318	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (3,12349 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata erosi antara plot 2 dengan plot 3.

e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata erosi plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	0,029888	0,021413
Variance	0,003788	0,001927
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,989198	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	2,821226	
P(T<=t) one-tail	0,003706	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,007413	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail (2,821226 > 2,021075), maka ada perbedaan antara rata – rata erosi antara plot 2 dengan plot 4.



f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata erosi plot 3 dan plot 4.

	plot 3	plot 4
Mean	0,069603	0,021413
Variance	0,019793	0,001927
Observations	41	41
Pearson Correlation	0,967019	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	40	
t Stat	3,120791	
P(T<=t) one-tail	0,001671	
t Critical one-tail	1,683851	
P(T<=t) two-tail	0,003343	
t Critical two-tail	2,021075	

t Stat > t critical Two – tail ( $3,120791 > 2,021075$ ), maka ada perbedaan antara rata – rata erosi antara plot 3 dengan plot 4.

**Lampiran 3.** Uji t rata-rata tinggi tanaman 1 bst tiap perlakuan (plot).

a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 1 bst plot 1 dan plot 2.

	plot 1	plot 2
Mean	6,866667	7,7
Variance	0,053333	0,13
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,24019	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-3,05424	
P(T<=t) one-tail	0,046279	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,092557	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-3,05424 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 1 bst plot 1 dan plot 2.

b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 1 bst plot 1 dan plot 3.

	plot 1	plot 3
Mean	6,866667	7,666667
Variance	0,053333	0,173333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,69338	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-2,3094	
P(T<=t) one-tail	0,073599	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,147197	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-2,3094 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 1 bst plot 1 dan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 1 bst plot 1 dan plot 4.

	plot 1	plot 4
Mean	6,866667	7,433333
Variance	0,053333	0,023333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,188982	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-3,90007	
P(T<=t) one-tail	0,029949	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,059898	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-3,90007 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 1 bst plot 1 dan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 1 bst plot 2 dan plot 3.

	plot 2	plot 3
Mean	7,7	7,666667
Variance	0,13	0,173333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,866025	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	0,27735	
P(T<=t) one-tail	0,403775	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,80755	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $0,27735 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 1 bst plot 2 dan plot 3.

e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 1 bst plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	7,7	7,433333
Variance	0,13	0,023333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,907841	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	2	
P(T<=t) one-tail	0,091752	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,183503	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $0,091752 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 1 bst plot 2 dan plot 4.



f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 1 bst plot 3 dan plot 4.

	<i>plot 3</i>	<i>plot 4</i>
Mean	7,666667	7,433333
Variance	0,173333	0,023333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,576557	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	1,150793	
P(T<=t) one-tail	0,184416	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,368831	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $1,150793 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 1 bst plot 3 dan plot 4.

**Lampiran 4.** Uji t rata-rata tinggi tanaman 2 bst tiap perlakuan (plot).

a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 2 bst plot 1 dan plot 2.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 2</i>
Mean	12,96667	12,86667
Variance	0,363333	1,053333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,748959	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	0,247436	
P(T<=t) one-tail	0,413827	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,827655	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $0,247436 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 2 bst plot 1 dan plot 2.

b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 2 bst plot 1 dan plot 3.

	plot 1	plot 3
Mean	12,96667	13,3
Variance	0,363333	0,37
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,85913	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,49447	
P(T<=t) one-tail	0,334975	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,669951	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-0,49447 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 2 bst plot 1 dan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 2 bst plot 1 dan plot 4.

	plot 1	plot 4
Mean	12,96667	13,56667
Variance	0,363333	1,263333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,993845	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-1,96396	
P(T<=t) one-tail	0,094249	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,188497	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-1,96396 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 2 bst plot 1 dan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 2 bst plot 2 dan plot 3.

	plot 2	plot 3
Mean	12,86667	13,3
Variance	1,053333	0,37
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,30435	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,55891	
P(T<=t) one-tail	0,316226	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,632451	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-0,55891 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 2 bst plot 2 dan plot 3.

e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 2 bst plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	12,86667	13,56667
Variance	1,053333	1,263333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,817755	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-1,84895	
P(T<=t) one-tail	0,102854	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,205707	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-1,84895 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 2 bst plot 2 dan plot 4.



f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 2 bst plot 3 dan plot 4.

	<i>plot 3</i>	<i>plot 4</i>
Mean	13,3	13,56667
Variance	0,37	1,263333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,79714	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,27988	
P(T<=t) one-tail	0,402929	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,805857	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-0,27988 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 2 bst plot 3 dan plot 4.

**Lampiran 5.** Uji t rata-rata tinggi tanaman 3 bst tiap perlakuan (plot).

a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 3 bst plot 1 dan plot 2.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 2</i>
Mean	16,9	17,76667
Variance	0,36	0,093333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,327327	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-2,6	
P(T<=t) one-tail	0,060771	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,121541	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-0,060771 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 3 bst plot 1 dan plot 2.

b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 3 bst plot 1 dan plot 3.

	plot 1	plot 3
Mean	16,9	17,96667
Variance	0,36	0,123333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,996616	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-7,3413	
P(T<=t) one-tail	0,009027	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,018054	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-7,3413 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 3 bst plot 1 dan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 3 bst plot 1 dan plot 4.

	plot 1	plot 4
Mean	16,9	18,7
Variance	0,36	0,19
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,802955	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-8,64692	
P(T<=t) one-tail	0,006556	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,013112	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-8,64692 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 3 bst plot 1 dan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 3 bst plot 2 dan plot 3.

	plot 2	plot 3
Mean	17,76667	17,96667
Variance	0,093333	0,123333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,40389	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,96077	
P(T<=t) one-tail	0,219024	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,438049	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-0,96077 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 3 bst plot 2 dan plot 3.

e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 3 bst plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	17,76667	18,7
Variance	0,093333	0,19
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,826033	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-6,42364	
P(T<=t) one-tail	0,011694	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,023388	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-6,42364 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 3 bst plot 2 dan plot 4.



f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata tinggi tanaman 3 bst plot 2 dan plot 4.

	plot 3	plot 4
Mean	17,96667	18,7
Variance	0,123333	0,19
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,849232	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-5,5	
P(T<=t) one-tail	0,015752	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,031504	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $0,015752 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata tinggi tanaman 3 bst plot 3 dan plot 4.

**Lampiran 6.** Uji t rata-rata tinggi tanaman bobot segar wortel tiap perlakuan (plot).

a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot segar wortel plot 1 dan plot 2.

	plot 1	plot 2
Mean	189,6333	197,4
Variance	22,66333	232,69
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,675718	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-1,07288	
P(T<=t) one-tail	0,197802	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,395604	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-1,07288 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata bobot segar wortel plot 1 dan plot 2.

b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot segar wortel plot 1 dan plot 3.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 3</i>
Mean	189,6333	199,0333
Variance	22,66333	3,543333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,52188	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-2,73028	
P(T<=t) one-tail	0,056024	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,112048	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-2,73028 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata bobot segar wortel plot 1 dan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot segar wortel plot 1 dan plot 4.

	<i>plot 1</i>	<i>plot 4</i>
Mean	189,6333	199,1333
Variance	22,66333	42,49333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,15392	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-1,90368	
P(T<=t) one-tail	0,098633	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,197266	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-1,90368 < 4,302653), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata bobot segar wortel plot 1 dan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot segar wortel plot 2 dan plot 3.

	plot 2	plot 3
Mean	197,4	199,0333
Variance	232,69	3,543333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,276171	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,19057	
P(T<=t) one-tail	0,433227	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,866453	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-0,19057 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata bobot segar wortel plot 2 dan plot 3.

e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot segar wortel plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	197,4	199,1333
Variance	232,69	42,49333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,83238	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,14301	
P(T<=t) one-tail	0,449696	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,899391	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-0,14301 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata bobot segar wortel plot 2 dan plot 4.



f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot segar wortel plot 3 dan plot 4.

	plot 3	plot 4
Mean	199,0333	199,1333
Variance	3,543333	42,49333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,76253	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,02152	
P(T<=t) one-tail	0,492391	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,984781	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-0,02152 < 4,302653$ ), maka tidak ada perbedaan antara rata – rata bobot segar wortel plot 3 dan plot 4.

**Lampiran 7.** Uji t rata-rata tinggi tanaman bobot kering wortel tiap perlakuan (plot).

a. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot kering wortel plot 1 dan plot 2.

	plot 1	plot 2
Mean	37,85333	39,48
Variance	0,682133	9,3076
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,663723	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-1,09298	
P(T<=t) one-tail	0,194244	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,388488	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-1,09298 < 4,302653$ ), maka ada perbedaan antara rata – rata bobot kering wortel plot 1 dan plot 2.

b. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot kering wortel plot 1 dan plot 3.

	plot 1	plot 3
Mean	37,85333	40,1
Variance	0,682133	0,2356
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,623617	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-6,02074	
P(T<=t) one-tail	0,013248	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,026495	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-6,02074 < 4,302653$ ), maka ada perbedaan antara rata – rata bobot kering wortel plot 1 dan plot 3.

c. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot kering wortel plot 1 dan plot 4.

	plot 1	plot 4
Mean	37,85333	39,81333
Variance	0,682133	1,715733
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,1548	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-2,05359	
P(T<=t) one-tail	0,088201	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,176403	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $-2,05359 < 4,302653$ ), maka ada perbedaan antara rata – rata bobot kering wortel plot 1 dan plot 4.

d. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot kering wortel plot 2 dan plot 3.

	plot 2	plot 3
Mean	39,48	40,1
Variance	9,3076	0,2356
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,998626	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,41846	
P(T<=t) one-tail	0,358132	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,716264	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail (-0,41846 < 4,302653), maka ada perbedaan antara rata – rata bobot kering wortel plot 2 dan plot 3.

e. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot kering wortel plot 2 dan plot 4.

	plot 2	plot 4
Mean	39,48	39,81333
Variance	9,3076	1,715733
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,84171	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	-0,13704	
P(T<=t) one-tail	0,451776	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,903553	
t Critical two-tail	4,302653	

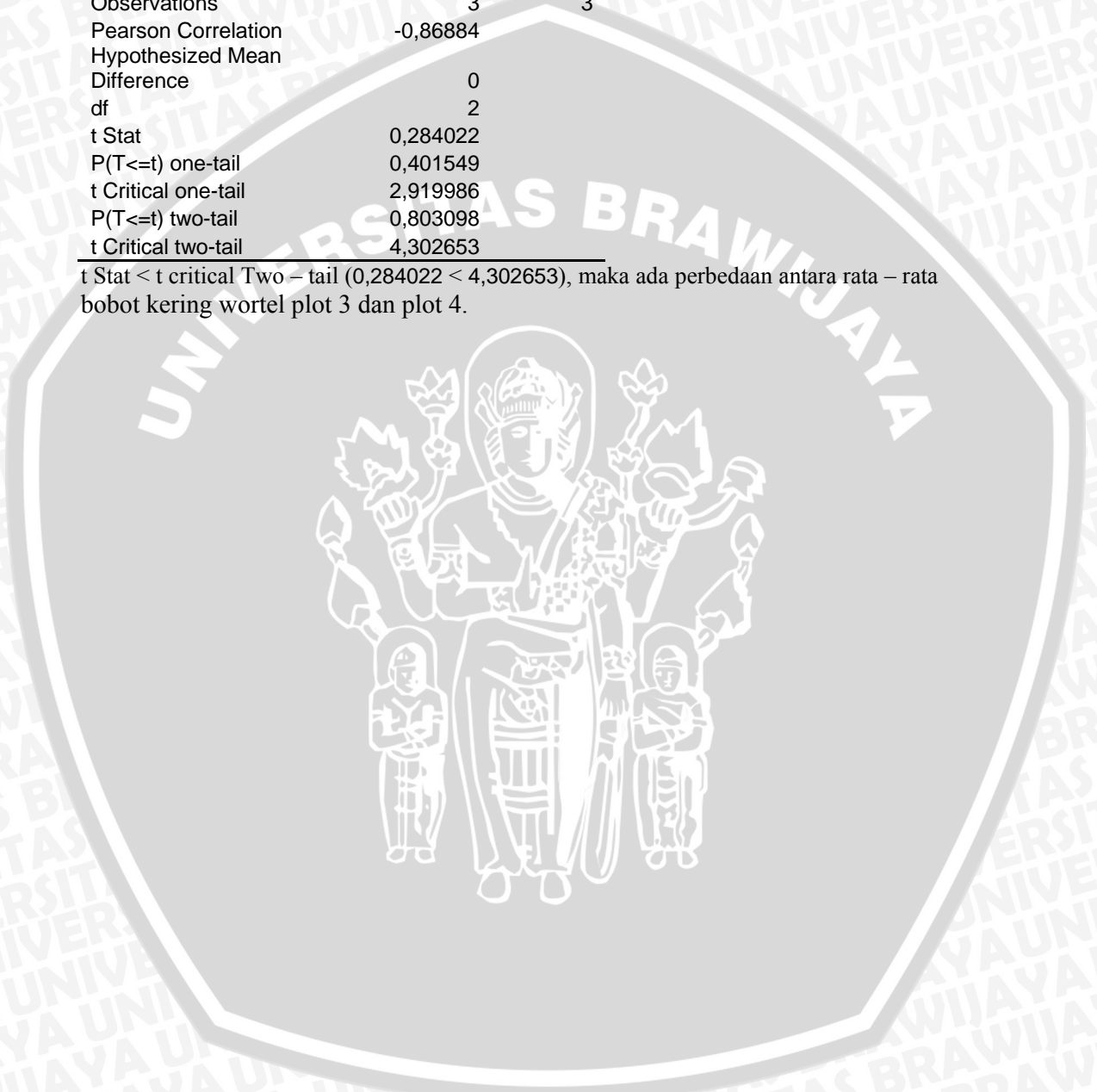
t Stat < t critical Two – tail (-0,13704 < 4,302653), maka ada perbedaan antara rata – rata bobot kering wortel plot 2 dan plot 4.



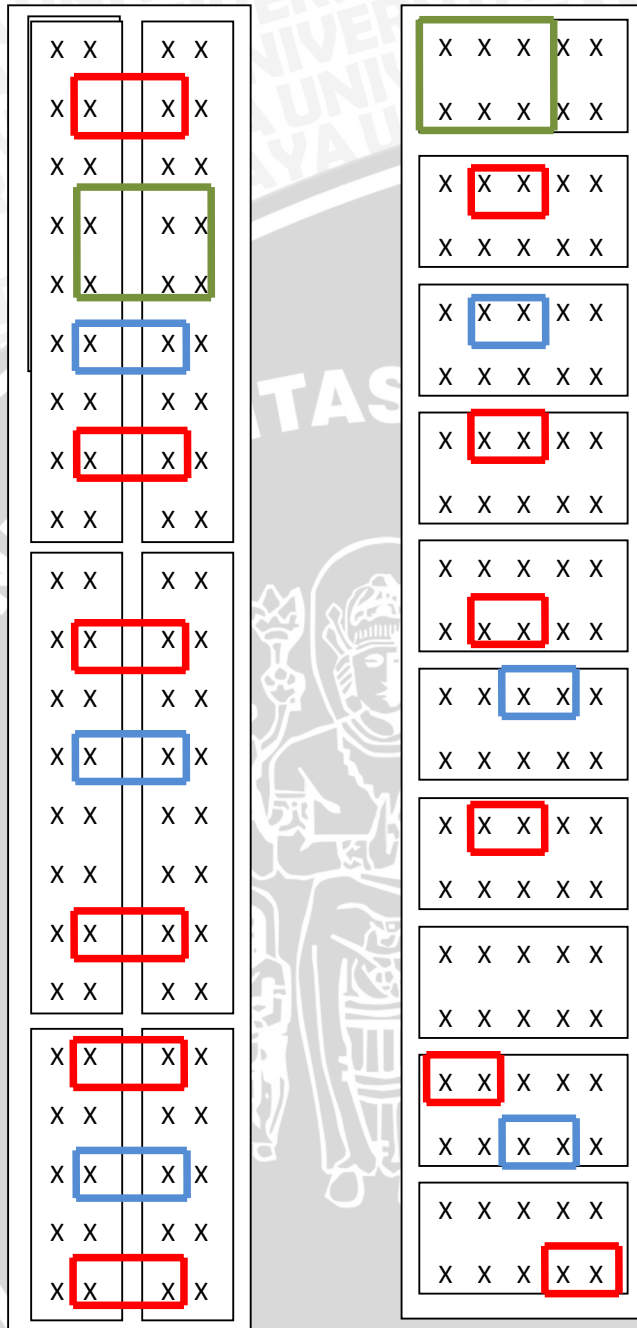
f. Hasil Analisis Statistik Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) rata-rata bobot kering wortel plot 3 dan plot 4.

	plot 3	plot 4
Mean	40,1	39,81333
Variance	0,2356	1,715733
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0,86884	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	0,284022	
P(T<=t) one-tail	0,401549	
t Critical one-tail	2,919986	
P(T<=t) two-tail	0,803098	
t Critical two-tail	4,302653	

t Stat < t critical Two – tail ( $0,284022 < 4,302653$ ), maka ada perbedaan antara rata – rata bobot kering wortel plot 3 dan plot 4.



Lampiran 8. Gambar Denah Pengambilan Sampel Tanaman



**PLOT GULUDAN SEARAH LERENG**

**PLOT GULUDAN SEARAH KONTUR**