

**PENGARUH PEMBERIAN POLYACRYLAMIDE (PAM) TERHADAP  
LAJU EROSI PADA BEDENGAN YANG DIUKUR DENGAN  
METODE GEODETIK DAN BEBERAPA SIFAT FISIK  
TANAH DI TANAH ULTISOL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ZERLANTIO ATHENA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## ABSTRAK

### **PENGARUH PEMBERIAN *POLYACRYLAMIDE* (PAM) TERHADAP LAJU EROSI PADA BEDENGAN YANG DIUKUR DENGAN METODE GEODETIK DAN BEBERAPA SIFAT FISIK TANAH DI TANAH ULTISOL**

Oleh

**Zerlantio Athena**

Erosi dimengerti sebagai pengikisan lapisan tanah yang dapat berdampak pada penurunan sifat fisik tanah, sehingga pada penelitian ini dilakukan pemberian *Polyacrylamide* (PAM) dengan tujuan menahan terjadinya erosi dan memperbaiki sifat fisik tanah. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Nusantara Tropical Farm, Lampung Timur pada bulan April 2018 sampai dengan Agustus 2018 dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilakukan dengan membuat bedengan tanah dan diberi PAM dengan dosis 0, 20 dan 40 kg ha<sup>-1</sup>. Metode yang digunakan dalam perhitungan erosi adalah metode geodetik, dengan mengukur penurunan tinggi bedengan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian PAM berpengaruh nyata dapat menekan laju erosi tanah. Bedengan pada perlakuan kontrol (tanpa PAM) mengalami erosi sebesar 210,75 ton ha<sup>-1</sup>, pada perlakuan PAM 20 kg ha<sup>-1</sup> sebesar 175,95 ton ha<sup>-1</sup> dan perlakuan PAM 40 kg ha<sup>-1</sup> mengalami erosi sebesar 169,47 ton ha<sup>-1</sup>. Pemberian PAM dengan dosis 40 kg ha<sup>-1</sup> lebih mampu

mengurangi laju erosi tanah, yaitu sebesar 19,59%, sedangkan pemberian dengan dosis 20 kg ha<sup>-1</sup> hanya mampu mengurangi erosi sebesar 16,51% jika dibandingkan tanah tanpa PAM. Sifat fisik tanah dengan pemberian PAM seperti kemantapan agregat tanah, lebih tahan terhadap daya penghancur. Pemberian PAM dapat memperbaiki kemantapan agregat tanah sehingga dapat mengurangi pemadatan tanah yang terjadi akibat erosi tanah.

**Kata kunci:** Agregat Tanah, Erosi, Metode Geodetik, *Polyacrylamide*

**PENGARUH PEMBERIAN POLYACRYLAMIDE (PAM) TERHADAP  
LAJU EROSI PADA BEDENGAN YANG DIUKUR DENGAN  
METODE GEODETIK DAN BEBERAPA SIFAT FISIK  
TANAH DI TANAH ULTISOL**

**Oleh**

**Zerlantio Athena**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**



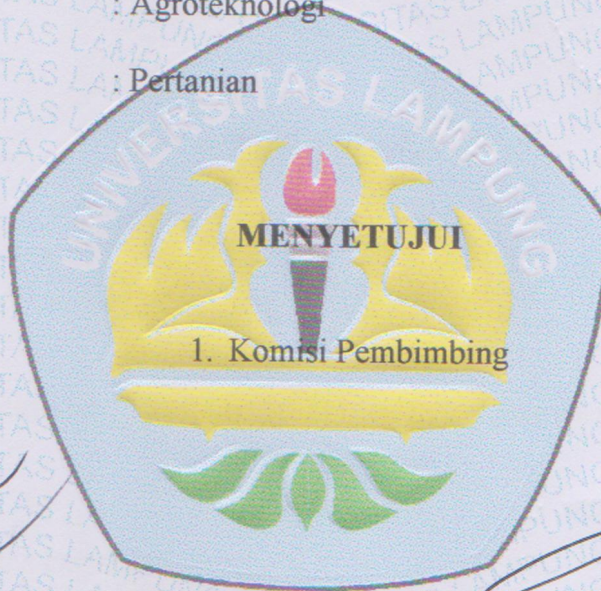
Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBERIAN POLYACRYLAMIDE (PAM) TERHADAP LAJU EROSI PADA BEDENGAN YANG DIUKUR DENGAN METODE GEODETIK DAN BEBERAPA SIFAT FISIK TANAH DI TANAH ULTISOL**

Nama Mahasiswa : **Zerlantio Athena**

No.Pokok Mahasiswa : 1414121262

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



**Dr. Ir. Afandi, M.P.**  
NIP 19641103 198803 1 003

**Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.**  
NIP 19840401 201212 2 002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 19630508 198811 2 001

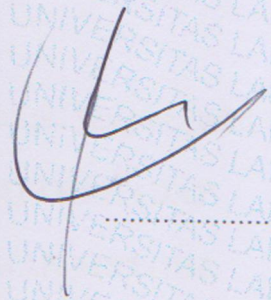


**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Dr. Ir. Afandi, M.P.**



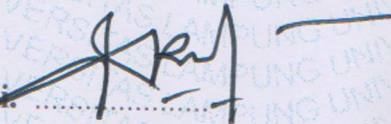
**Sekretaris**

**: Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

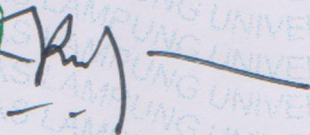


**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP 19611020 198603 1 002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 November 2019**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGARUH PEMBERIAN POLYACRYLAMIDE (PAM) TERHADAP LAJU EROSI PADA BEDENGAN YANG DIUKUR DENGAN METODE GEODETIK DAN BEBERAPA SIFAT FISIK TANAH DI TANAH ULTISOL”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 November 2019



Zerlantio Athena  
NPM 1414121262

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Metro, 18 November 1996. Penulis merupakan anak pertaman dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Zulkarnain dan Ibu Hartina.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK PERTIWI TELADAN Kota Metro pada tahun 2002, SD PERTIWI TELADAN Metro tahun 2008, SMP KARTIKATAMA Metro tahun 2011, dan menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 4 Metro pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Braja Indah, Kecamatan Braja Selehah, Kabupaten Lampung Timur pada bulan Januari – Februari 2018. Penulis juga melaksanakan Praktik Umum (PU) di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI), Bogor, Jawa Barat pada bulan Juli – Agustus 2017. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah.

Selama kuliah penulis mengikuti organisasi di internal dan eksternal kampus.

Penulis bergabung dengan organisasi eksternal kampus Himpunan Mahasiswa



Islam (HMI), mengikuti Latihan Kader 1 (LK 1) pada bulan Juni 2016 dan menjadi pengurus HMI Komisariat Pertanian Unila periode 2018-2019 dalam bidang Pengembangan Anggota. Penulis juga mengikuti organisasi Internal kampus Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (UKMF LS-MATA), pada kepengurusan 2016-2017 menjadi anggota bidang Penelitian dan Pengembangan Pertanian di UKMF LS-MATA.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkah nikmat dan karunia-Nya skripsi ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan karya sederhana ini, buah perjuangan dan kerja keras kepada Kedua Orang Tua, Adik yang telah memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tiada henti.

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

*Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan,  
maka apabila telah mengerjakan (suatu urusan),  
tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain.  
Dan kepada Tuhan mu kamu berharap.  
(Q.S. Al Insyirah 95 : 6-8)*

*Kebanggaan terbesar adalah bukan karena kita tidak pernah gagal,  
namun bangkit kembali saat kita jatuh.*



## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Pemberian *Polyacrylamide* (PAM) terhadap Laju Erosi pada Bedengan yang Diukur dengan Metode Geodetik dan Beberapa Sifat Fisik Tanah di Tanah Ultisol**”.

Selama penelitian, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan selaku Penguji yang telah memberikan semangat, masukan, kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Dr. Ir. Afandi, M.P., selaku Pembimbing Pertama yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan ilmu, saran, nasehat, motivasi,

dan kesabaran dalam membimbing Penulis selama melaksanakan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.

5. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc. selaku Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, nasehat dan ilmu kepada Penulis selama melaksanakan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
6. Kedua orang tua dan adik yang tak henti memberikan dukungan semangat, motivasi, nasihat dan doa sejak awal perjalanan kehidupan hingga kini Penulis dapat menyelesaikan skripsi.
7. Ir. Yayuk Nurmiaty, M.S., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, ilmu dan motivasi sejak awal perkuliahan hingga kini Penulis dapat menyelesaikan skripsi.
8. Seluruh dosen Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua ilmu dan motivasi yang telah diberikan kepada Penulis.
9. Seluruh karyawan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua bantuan dan kemudahan yang telah diberikan kepada Penulis.
10. Sahabat seperjuangan selama masa perkuliahan Iduy, Sahel, Vikky, Roby, Tri, Yugo, Kimadi, Ridho, Rengkay, Sevagus terimakasih atas sebuah kebersamaan dan pengalaman yang tidak akan terlupakan.
11. Deni, Mujib, Astri, Chintya, Aura dan Saraya atas pengalaman selama kegiatan KKN.
12. Keluarga besar HMI Komisariat Pertanian Unila yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, pelajaran, dukungan dan kebersamaan selama masa perkuliahan.

13. Keluarga besar UKMF LS-MATA yang telah memberikan pelajaran dan pengalaman yang tidak didapat dalam perkuliahan.
14. Keluarga besar jurusan Agroteknologi 2014 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT melindungi dan membalas kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua. Amin

Bandar Lampung, 21 November 2019  
Penulis,

**Zerlantio Athena**



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Kerangka Pemikiran .....	6
1.5 Hipotesis .....	12
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	13
2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	13
2.2 Tanah Ultisol .....	14
2.3 Erosi dan Mekanisme Erosi .....	15
2.4 Bentuk-Bentuk Erosi .....	17
2.5 Erosi Percik.....	18
2.6 Konservasi Tanah dan Air .....	19
2.7 <i>Polyacrylamide</i> (PAM).....	21
<b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	24
3.1 Waktu dan Tempat.....	24
3.2 Alat dan Bahan .....	24
3.3 Metode Penelitian .....	24

3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.5 Variabel Pengamatan .....	26
3.5.1 Variabel Utama.....	26
A. Laju Eosi Tanah .....	26
B. Kemantapan Agregat.....	28
C. Kerapatan Isi .....	30
D. Ketahanan Penetrasi Tanah .....	30
3.5.2 Variabel Pendukung : Curah Hujan.....	32
3.6 Analisis Data.....	33
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	34
4.1.1 Penurunan Tinggi Bedengan .....	34
4.1.2 Laju Erosi yang Terjadi.....	35
4.1.3 Kemantapan Agregat.....	36
4.1.4 Kerapatan Isi .....	37
4.1.5 Ketahanan Penetrasi Tanah.....	38
4.2 Pembahasan .....	38
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>44</b>
5.1 Simpulan.....	44
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>
Tabel 12-32 .....	50-58

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Luas Lahan PT. <i>Nusantara Tropical Farm</i> .....	13
2. Kriteria Kehilangan Lapisan Tanah akibat Erosi.....	27
3. Interpretasi Hasil Metode Emerson .....	29
4. Kerapatan Isi Ideal bagi Tanaman .....	30
5. Kriteria Ketahanan Penetrasi Tanah Schoeneberger .....	32
6. Kriteria Ketahanan Penetrasi Tanah Peck .....	32
7. Hasil Pengukuran Penurunan Tinggi Bedengan .....	35
8. Laju Erosi pada Tanah Ultisol di PT. <i>Nusantara Tropical Farm</i> .....	36
9. Hasil Pengamatan Kemantapan Agregat Tanah .....	36
10. Hasil Pengukuran Kerapatan Isi .....	37
11. Hasil Pengukuran Ketahanan Penetrasi Tanah .....	38
12. Data Tinggi Bedengan .....	50
13. Data Rerata Tinggi Bedengan.....	50
14. Data Rerata Penurunan Bedengan .....	51
15. Data Sampel Tanah Kering Oven .....	51
16. Data Volume Ring Sampel .....	51
17. Data Kerapatan Isi Tanah .....	52



18.	Data Laju Erosi Tanah .....	52
19.	Data Ketahanan Penetrasi Tanah .....	53
20.	Curah Hujan Harian (mm) Bulan April – Agustus 2018 .....	54
21.	Data Penurunan Bedengan Tanah.....	55
22.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh PAM terhadap Penurunan Bedengan Tanah .....	55
23.	Analisis Ragam Hasil Pengaruh PAM terhadap Penurunan Bedengan Tanah .....	55
24.	Data Laju Erosi Tanah .....	56
25.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh PAM terhadap Laju Erosi Tanah .....	56
26.	Analisis Ragam Hasil Pengaruh PAM terhadap Laju Erosi Tanah ...	56
27.	Data Kerapatan Isi Tanah .....	57
28.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh PAM terhadap Kerapatan Isi Tanah .....	57
29.	Analisis Ragam Hasil Pengaruh PAM terhadap Kerapatan Isi Tanah .....	57
30.	Data Ketahanan Penetrasi Tanah .....	58
31.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh PAM terhadap Ketahanan Penetrasi Tanah.....	58
32.	Analisis Ragam Hasil Pengaruh PAM terhadap Ketahanan Penetrasi Tanah.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran.....	11
2. Petak Percobaan.....	25
3. Alat Pembuatan Bedengan Tanah.....	26
4. Tahapan Penentuan Kelas Agregat Metode Emerson .....	29
5. Struktur kimia <i>Polyacrylamide</i> (PAM) .....	43
6. Proses Pembuatan Bedengan .....	59
7. Bedengan Tanah dengan Aplikasi <i>Polyacrylamide</i> (PAM).....	59
8. Pengukuran Tinggi Bedengan Tanah.....	60
9. Pengukuran Ketahanan Penetrasi Tanah .....	60
10. Contoh Sampel Tanah Terganggu .....	61
11. Contoh Sampel Agregat Tanah.....	61
12. Sampel Agregat Tanah Perlakuan Kontrol (Tanpa PAM).....	62
13. Sampel Agregat Tanah Perlakuan 20 kg Ha <sup>-1</sup> PAM .....	62
14. Sampel Agregat Tanah Perlakuan 40 kg Ha <sup>-1</sup> PAM .....	63

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004 dalam Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), sebaran terluas tanah Ultisol terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung.

Menurut Hardjowigeno (1993), tanah Ultisol memiliki kandungan bahan organik yang sangat rendah sehingga memperlihatkan warna tanahnya berwarna merah kekuningan, reaksi tanah yang masam, kejenuhan basa yang rendah, kadar Al yang tinggi dan tingkat produktivitas yang rendah. Tekstur tanah ini adalah liat hingga liat berpasir.

Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air, meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat

merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan tanah Ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas. Bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Erosi merupakan proses pelepasan dan pemindahan massa tanah atau bagian tanah secara alami dari satu tempat ke tempat lain oleh suatu tenaga pengangkut yang ada di permukaan bumi, antara lain air dan angin. Proses erosi terdiri dari tiga tahapan yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi ke bagian bawah lereng yang menjadi tempat pengendapan (Asdak, 1995).

Di negara tropis seperti Indonesia, air hujan merupakan penyebab utama terjadinya erosi. Tingkat kerusakan tanah akibat erosi yang disebabkan oleh air hujan tergantung pada intensitas dan jumlah curah hujan, persentase penutupan tanah oleh vegetasi, kemiringan lereng dan sifat fisik tanah. Periode paling rawan terhadap erosi adalah pada saat pengolahan tanah dan pada awal pertumbuhan tanaman. Pada periode ini sebagian besar permukaan tanah terbuka menyebabkan butir-butir air hujan dapat memecah bongkah-bongkah tanah menjadi hancur dan mudah terbawa aliran permukaan (Rachman dkk., 1990). Hal ini tentunya akan berdampak pada penipisan lapisan atas permukaan tanah (*top soil*) yang kemudian menyebabkan terjadinya degradasi lahan dan penurunan kesuburan tanah.



Penurunan kesuburan tanah yang terjadi akibat erosi diantaranya adalah penurunan kesuburan tanah secara fisik seperti kemantapan agregat tanah, kerapatan isi, ketahanan penetrasi tanah, dan kadar air tanah. Menurut Sunandar dan Mulyani (2017), erosi dapat menyebabkan tanah menjadi lebih padat, partikel-partikel tanah yang hancur akan mengisi ruang pori tanah dan menyebabkan tanah menjadi keras. Tanah yang padat akan mengurangi ruang pori tanah sehingga kerapatan isi tanah juga akan meningkat dan dapat menyebabkan proses infiltrasi tanah akan menurun akibat ruang pori yang berkurang.

Salah satu bentuk erosi yang disebabkan oleh air hujan adalah erosi percik (*splash erosion*). Erosi percik merupakan hasil dari percikan atau benturan air hujan secara langsung pada tanah. Curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah memiliki diameter yang berbeda-beda sehingga memiliki energi tumbukan yang berbeda. Energi tumbukan ini bergantung dari kecepatan jatuhnya tetesan air, diameter butiran tetesan hujan dan intensitas hujan (Hardiyatmo, 2006). Erosi ini terjadi karena butir-butir hujan yang turun dapat memecah agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah sehingga dapat menyebabkan partikel tanah mudah terangkut aliran permukaan. Bila erosi terus berlanjut tanpa dikendalikan maka tanah yang mengalami erosi dapat mengalami penurunan sifat fisik maupun kimia tanah.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan erosi yaitu menggunakan teknologi konservasi tanah. Menurut Arsyad (2010), konservasi

tanah merupakan suatu teknologi yang menggunakan sebidang tanah sesuai dengan kemampuannya dan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak rusak. Teknologi ini bertujuan untuk mencegah erosi, memperbaiki tanah yang rusak dan memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar tanah dapat digunakan secara berkelanjutan.

Salah satu teknologi konservasi tanah yang dapat digunakan adalah penggunaan bahan pembenah tanah seperti *soil conditioner*. Menurut Arsyad (2010), *soil conditioner* merupakan senyawa yang dapat berupa bahan anorganik atau bahan organik, dan dapat berupa bahan sintetik atau bahan alami yang berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah. Penggunaan *soil conditioner* ini bertujuan untuk pemantapan agregat tanah untuk mencegah erosi dan pencemaran, merubah sifat hidrophobik dan hidrofilik sehingga dapat merubah kapasitas tanah menahan air, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang hara.

Contoh *soil conditioner* yang digunakan adalah *Polyacrylamide* (PAM). PAM merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat melekat sehingga berperan dalam pembentukan agregat ataupun struktur tanah. PAM juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah lainnya, seperti ketahanan penetrasi tanah, kerapatan isi, dan kemampuan tanah menahan air tanah dengan cara memperbaiki agregat tanah sehingga agregat tidak mudah hancur. Sunandar dan Mulyani (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian PAM yang diaplikasikan pada lereng jalan yang mudah tererosi dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah seperti, dapat meningkatkan kemandapan agregat tanah, memperbaiki ketahanan tanah terhadap

pukulan air hujan, meningkatkan porositas tanah, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air sehingga dapat mengurangi terjadinya erosi tanah.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian *Polyacrylamide* (PAM) dan seberapa besar pengaruhnya terhadap laju erosi dan beberapa sifat fisik tanah pada tanah Ultisol lahan pertanian PT. *Nusantara Tropical Farm* (NTF), Lampung Timur.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah pemberian *Polyacrylamide* (PAM) berpengaruh terhadap laju erosi pada tanah Ultisol di lahan pertanian PT. *Nusantara Tropical Farm* (NTF), Lampung Timur.
2. Apakah pemberian *Polyacrylamide* (PAM) berpengaruh terhadap beberapa sifat fisik tanah (kemantapan agregat, kerapatan isi dan ketahanan penetrasi tanah) pada tanah Ultisol di lahan pertanian PT. *Nusantara Tropical Farm* (NTF), Lampung Timur.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pemberian *Polyacrylamide* (PAM) terhadap laju erosi pada tanah Ultisol di lahan pertanian PT. *Nusantara Tropical Farm* (NTF), Lampung Timur.
2. Mengetahui pengaruh pemberian *Polyacrylamide* (PAM) terhadap beberapa sifat fisik tanah (kemantapan agregat, kerapatan isi dan ketahanan penetrasi tanah) pada tanah Ultisol di lahan pertanian PT. *Nusantara Tropical Farm* (NTF), Lampung Timur.

### 1.4 Kerangka Pemikiran

Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan tanah Ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas. Bila lapisan atas tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), di Indonesia, tanah Ultisol umumnya belum tertangani dengan baik. Kandungan hara pada tanah Ultisol umumnya rendah karena pencucian basa berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa

erosi. Ultisol memiliki permeabilitas lambat hingga sedang, dan kemantapan agregat rendah sehingga sebagian besar tanah ini mempunyai daya memegang air yang rendah dan peka terhadap erosi. Peningkatan fraksi liat yang membentuk horizon argilik pada tanah Ultisol dapat menghalangi aliran air secara vertikal, sebaliknya aliran horizontal meningkat sehingga memperbesar daya erosivitas.

Di negara tropis seperti Indonesia, air hujan merupakan penyebab utama terjadinya erosi tanah, sedangkan angin tidak mempunyai pengaruh yang berarti. Proses erosi oleh air merupakan kombinasi dua 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), 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, 2010).

Erosi percik (*splash erosion*) menyebabkan partikel-partikel tanah dari massa tanah terlepas dan terlempar akibat pukulan butiran air hujan secara langsung. Percikan air hujan merupakan media utama pelepasan partikel tanah pada erosi yang disebabkan oleh air. Pada saat butiran air hujan mengenai permukaan tanah yang gundul, partikel tanah terlepas dan terlempar ke udara, karena gravitasi bumi, partikel tersebut jatuh kembali ke bumi. Pada lahan miring partikel-partikel tanah tersebar ke arah bawah searah lereng. Partikel-partikel tanah yang terlepas akan menyumbat pori-pori tanah. Percikan air hujan juga menimbulkan pembentukan lapisan tanah keras pada lapisan permukaan (Suripin, 2004).

Utomo (1994) menyatakan bahwa erosi terjadi dengan 3 proses yaitu penghancuran, pengangkutan dan pengendapan. Air hujan yang mengenai permukaan tanah dengan energi tertentu akan menghancurkan agregat tanah. Agregat tanah yang hancur akan menutup pori-pori tanah yang akan mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air hujan (infiltrasi). Adanya peningkatan intensitas hujan maka akan meningkatkan aliran permukaan sehingga daya angkut akan partikel-partikel tanah yang telah terlepas tersebut semakin banyak dan akan menyebabkan hasil sedimentasi tinggi.

Kerusakan yang dialami pada tanah tempat erosi terjadi berupa kemunduran sifat-sifat kimia dan fisik tanah, misalnya kehilangan unsur hara dan bahan organik serta memburuknya sifat-sifat fisik tanah. Sifat-sifat fisik tanah yang buruk tersebut tercermin pada semakin padat kerapatan isi tanah yang menyebabkan ruang pori tanah berkurang sehingga menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah dan berkurangnya pemantapan struktur tanah, yang pada akhirnya menyebabkan memburuknya pertumbuhan tanaman dan menurunnya produktivitas (Arsyad, 2010).

Tindakan konservasi tanah dengan penggunaan bahan pembenah tanah dapat dilakukan untuk mengurangi erosi dan memperbaiki sifat fisik tanah. Bahan pembenah tanah dikenal juga sebagai *soil conditioner*. *Soil conditioner* diartikan sebagai bahan anorganik atau bahan organik dan dapat berupa bahan sintetik atau bahan alami, berbentuk padat maupun cair yang mampu memperbaiki sifat fisik



tanah seperti stabilitas agregat dan dapat merubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air (Arsyad, 2010).

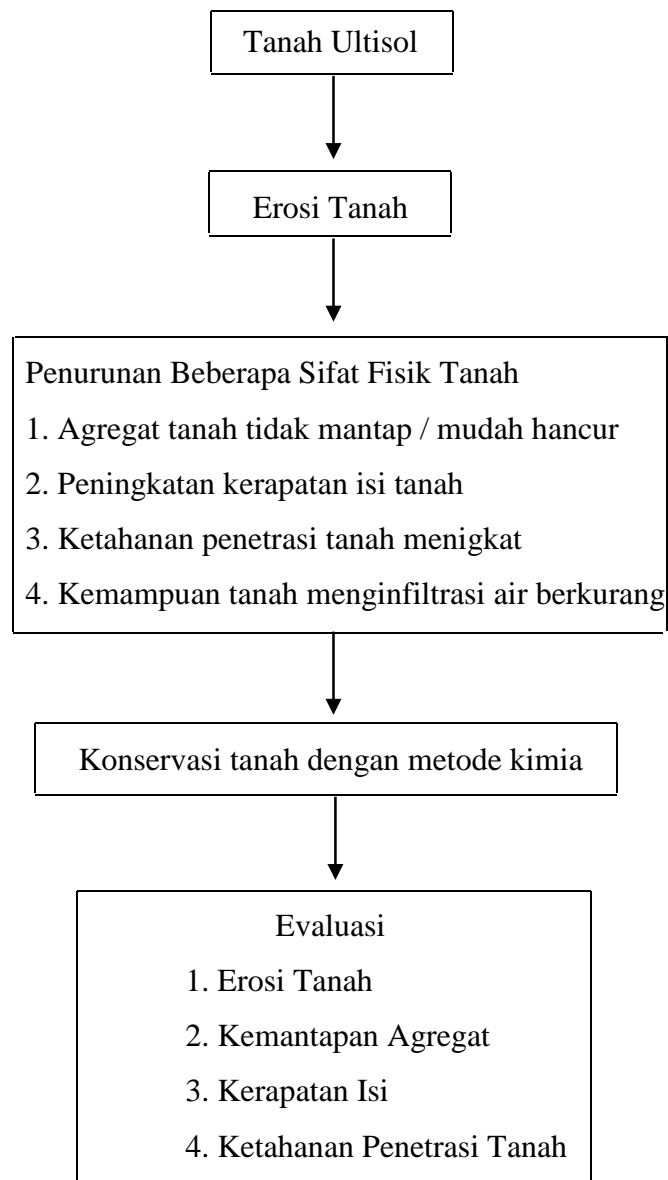
Penggunaan *soil conditioner* seperti *Polyacrylamide* (PAM) merupakan salah satu teknologi konservasi tanah secara kimia yang diketahui dapat mengurangi laju erosi dan memperbaiki sifat fisik tanah. PAM adalah sejenis bahan pemantap tanah *polymer non-hidrophobik*, mempunyai bagian aktif *amide* yang mengikat bagian-bagian OH pada butir liat melalui ikatan hidrogen (Arsyad, 2010).

Sunandar dan Mulyani (2017) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan *Polyacrylamide* (PAM) yang diaplikasikan pada lereng jalan yang mudah tererosi dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah seperti, dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah dengan melekatkan partikel-partikel tanah, memperbaiki ketahanan tanah terhadap pukulan air hujan, meningkatkan porositas tanah, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air sehingga dapat mengurangi terjadinya erosi tanah. Hasil penelitian Zhang dan Miller (1996) juga menunjukkan bahwa laju infiltrasi tanah dengan perlakuan PAM secara nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa PAM, sedangkan laju aliran permukaan, konsentrasi sedimen dan laju erosi tanah yang diberi PAM lebih rendah secara nyata dibandingkan dengan tanah tanpa pemberian PAM.

Penelitian Boroghani, dkk. (2012) juga menunjukkan bahwa dengan aplikasi PAM dapat menekan laju erosi percik pada tanah dengan memperbaiki sifat fisik tanah. Dalam penelitian tersebut pengaruh penerapan berbagai jumlah

*Polyacrilamide* (PAM) dengan dosis (0, 0,2, 0,4 dan 0,6 g m<sup>-2</sup>) di tiga intensitas curah hujan 65, 95 dan 120 mm jam<sup>-1</sup> menunjukkan perbedaan efek dari berbagai aplikasi PAM dengan intensitas curah hujan yang berbeda, seperti 0,6 g m<sup>-2</sup> PAM memiliki efek maksimum pada pengendalian erosi percikan dengan mengurangi erosi tanah sekitar 28,93%. Hasil analisis statistik yang berbeda menunjukkan bahwa hanya pada 120 mm jam<sup>-1</sup> ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan 0,4 g m<sup>-2</sup> PAM dan perlakuan kontrol (0 g m<sup>-2</sup> PAM), dengan perlakuan 0,4 g m<sup>-2</sup> erosi percik mengalami penurunan sebesar 40%.

Tanah Ultisol sering diidentikkan dengan tanah yang tidak subur dan mudah mengalami erosi sehingga berdampak pada penurunan fisik tanah (Gambar 1). Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), tanah Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Menurut Boroghani, dkk. (2012), dalam proses erosi tanah erosi percik diakui sebagai tahap pertama dari hasil pemboman permukaan tanah oleh air hujan. Pada saat air hujan kontak dengan permukaan tanah, partikel tanah bergerak dan merusak struktur tanah. Struktur tanah yang rusak mengakibatkan kerapatan isi meningkat, ketahanan penetrasi tanah meningkat sehingga kemampuan tanah untuk menginfiltrasi air akan menurun.



Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran

Salah satu usaha dalam pencegahan erosi dan memperbaiki sifat fisik tanah yaitu melalui konservasi tanah dengan metode kimia dengan pemanfaatan *soil conditioner* atau bahan pamtap tanah yang bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah sehingga tanah akan tetap resisten terhadap erosi. Salah satu penggunaan *soil conditioner* yang dapat digunakan sebagai usaha pencegahan erosi adalah

*Polyacrylamide* (PAM) (Arsyad, 2010). Beberapa penelitian menunjukkan dengan pemberian PAM pada tanah dapat menekan laju erosi dan memperbaiki struktur tanah.

### **1.5. Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laju erosi pada tanah tanpa pemberian *Polyacrylamide* (PAM) lebih besar dibandingkan tanah dengan pemberian PAM.
2. Kemantapan agregat, kerapatan isi dan ketahanan penetrasi tanah akan lebih baik dengan pemberian *Polyacrylamide* (PAM) dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemberian PAM).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di lahan pertanian PT. *Nusantara Tropical Farm*. PT. *Nusantara Tropical Farm* terletak di Jl. Taman Nasional Way Kambas Raja Basa Lama I Kecamatan Labuhan Ratu Lampung Timur. Berdasarkan sumber dari PT. *Nusantara Tropical Farm* per february 2014 luas lahan yang dimiliki adalah sekitar 3.757,2 ha (Tabel 1). Luas lahan ini dibagi sebagai berikut :

Tabel 1. Luas lahan PT. *Nusantara Tropical Farm*

Nomor	Komoditas dan Bangunan	Luas (ha)
1	Pisang <i>Chavendish</i>	1.796,8
2	<i>Cassava</i>	26,1
3	<i>Guava</i>	54,5
4	<i>Wax apple citra</i>	1,3
5	<i>Dragon fruit</i>	5,3
6	<i>Jojobe</i>	0,2
7	<i>Manggo</i>	1,8
8	<i>Fresh pineapple MD2</i>	213,9
9	<i>Corn</i>	126,3
10	<i>King gass</i>	126,1
11	<i>Pineapple smooth cayenne</i>	274,5
12	Lebung and building dll	1.030,5

PT. *Nusantara Tropical Farm* memiliki letak geografis dengan titik koordinat  $5^{\circ}3'52''$  LS dan  $105^{\circ}41'08''$  BT dengan ketinggian 50 m dpl dengan suhu rata-rata sepanjang tahun  $26-28^{\circ}$  C, memiliki topografi relatif datar dengan jenis tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) dan pH berkisar antara 4,5-6,0. PT. *Nusantara Tropical Farm* memiliki perbatasan sesuai dengan peta situasi pada tanggal 21 Desember 1992 No.34/1992

Batas Utara : Hutan Suaka Way Kambas

Batas Timur : Hutan Suaka Way Kambas

Batas Selatan : Kecamatan Sukadana Timur

Batas Barat : Kecamatan Sukadana Induk

## **2.2 Tanah Ultisol**

Tanah Ultisol sering diidentikkan dengan tanah yang tidak subur, tetapi sesungguhnya bisa dimanfaatkan untuk lahan pertanian potensial, asalkan dilakukan pengelolaan yang memperhatikan kendala yang ada. Beberapa kendala yang umum pada tanah Ultisol adalah kemasaman tanah yang tinggi, pH rata-rata  $< 4,50$ , kejenuhan Al tinggi, miskin hara makro terutama P, K, Ca dan Mg, serta kandungan bahan organik yang rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).



### 2.3 Erosi dan Mekanisme Erosi

Di daerah beriklim tropika, air hujan merupakan penyebab utama terjadinya erosi tanah. Proses erosi oleh air merupakan kombinasi dua 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 di permukaan tanah yang mengakibatkan tanah terdispersi. Erosi percik merupakan awal terjadinya erosi, yang dapat menyebabkan partikel terbawa aliran permukaan jika air sudah tidak dapat terinfiltrasi lagi ke dalam tanah (Arsyad, 2010).

Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah pada suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan di tempat lain. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin (Arsyad, 2010). Salam (2012) juga menyatakan bahwa, erosi disebut sebagai proses pengerusan lapisan atas tanah oleh limpasan air. Gerakan air dengan energi kinetik yang relatif tinggi dapat melepaskan partikel-partikel tanah dan mengangkutnya ke tempat lain yang lebih rendah dengan membawa serta berbagai jenis unsur hara.

Erosi tanah (*soil erosion*) terjadi melalui dua proses yakni proses penghancuran partikel-partikel tanah (*detachment*) dan proses pengangkutan (*transport*) partikel-partikel tanah yang sudah dihancurkan. Kedua proses ini terjadi akibat hujan (*rain*) dan aliran permukaan (*run off*) yang dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain curah hujan (intensitas, diameter, lama dan jumlah hujan), karakteristik tanah

(sifat fisik), penutupan lahan (*land cover*), kemiringan lereng, panjang lereng dan sebagainya (Wischmeier dan Smith, 1978).

Banuwa (2013) menyatakan bahwa kehilangan tanah hanya akan terjadi jika kedua proses tersebut, yaitu penghancuran dan pengangkutan berjalan. Tanpa proses penghancuran partikel-partikel tanah, maka erosi tidak akan terjadi, tanpa proses pengangkutan, maka erosi akan sangat terbatas. Kedua proses tersebut di atas dibedakan menjadi empat sub proses yakni: (1) penghancuran oleh curah hujan; (2) pengangkutan oleh curah hujan; (3) penghancuran oleh aliran permukaan; dan (4) pengangkutan oleh aliran permukaan. Jika butir hujan mencapai permukaan tanah, maka partikel-partikel tanah dengan berbagai ukuran akan terpercik ke segala arah, menyebabkan terjadinya penghancuran dan pengangkutan partikel-partikel tanah. Jika aliran permukaan tidak terjadi (seluruh curah hujan terinfiltrasi), maka seluruh partikel-partikel yang terpercik akibat curah hujan akan terdeposisi di permukaan tanah. Selanjutnya jika aliran permukaan terjadi, maka partikel-partikel yang terdeposisi tersebut akan diangkut ke lereng bagian bawah.

Menurut Hardiyatmo (2006), dua penyebab utama di alam yang aktif dalam proses erosi adalah air dan angin. Erosi oleh air terjadi saat hujan, limpasan sumber air, atau air banjir yang mengalir dan mengangkut butiran tanah. Bentuk erosi oleh air diantaranya adalah erosi percikan (*splash erosion*), erosi lembar (*sheet erosion*), erosi alur (*rill erosion*), erosi parit (*gully erosion*), dan erosi sungai atau saluran (*stream / channel erosion*).

## 2.4 Bentuk - Bentuk Erosi

Menurut Asdak (1995), bentuk erosi dibagi menjadi beberapa, yaitu :

### 1. Erosi Percikan (*Splash erosion*)

Erosi percikan adalah proses terkelupasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau sebagai air lolos. Erosi percikan dianggap sebagai proses awal terjadinya erosi akibat air hujan.

### 2. Erosi Kulit (*Sheet Erosion*)

Erosi kulit adalah erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air larian (*run off*).

### 3. Erosi Alur (*rill erosion*)

Erosi alur adalah pengelupasan yang diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam saluran-saluran air.

### 4. Erosi Parit (*gully erosion*)

Erosi parit hampir sama dengan erosi alur, sehingga erosi parit ini dianggap sebagai kelanjutan dari erosi alur. Proses terjadinya erosi parit dikarenakan awal mulanya pembentukan depresi pada lereng sebagai akibat adanya bagian lahan atau tanaman penutupnya jarang akibat dari pembakaran atau perumputan.

### 5. Erosi Tebing Sungai (*streambank erosion*)

Erosi tebing sungai adalah pengikisan tanah pada tebing-tebing sungai sungai dan penggerusan dasar sungai oleh aliran air sungai.

### 6. Erosi Internal Sungai (*Internal or subsurface erosion*)

Erosi internal adalah proses terangkutnya partikel-partikel tanah ke

bawah, masuk celah-celah atau pori-pori akibat adanya aliran bawah permukaan. Akibat erosi ini tanah menjadi kedap air dan udara, sehingga menurunkan kapasitas infiltrasi dan meningkatkan aliran permukaan atau erosi alur.

#### 7. Tanah Longsor (*land slide*)

Tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Berbeda dengan jenis erosi yang lain, pada tanah longsor pengangkutan tanah terjadi sekaligus dalam jumlah yang besar.

### **2.5 Erosi Percik**

Erosi percik diakui sebagai tahap pertama dalam proses erosi tanah dan hasil dari pemboman permukaan tanah oleh air hujan. Pada saat air hujan kontak dengan permukaan tanah, partikel tanah bergerak dan merusak struktur tanah. Partikel tanah dibubarkan oleh air hujan dan pindah oleh aliran permukaan sebagai proses lanjutan setelah erosi percik tanah (Boroghani dkk., 2012).

Menurut Hardiyatmo (2006), erosi percik merupakan hasil dari percikan atau benturan air hujan secara langsung pada partikel tanah. Erosi ini terjadi karena butir-butir hujan yang turun dapat memecah agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah sehingga dapat menyebabkan partikel tanah mudah terangkut aliran permukaan. Curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah memiliki diameter yang berbeda-beda sehingga memiliki energi tumbukan yang berbeda. Energi

tumbukan ini bergantung dari kecepatan jatuhnya tetesan air, diameter butiran tetesan hujan dan intensitas hujan.

## **2.6 Konservasi Tanah dan Air**

Setiap macam penggunaan tanah mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap kerusakan tanah. Penggunaan tanah yang sesuai dengan kemampuan dari tanah tersebut akan meminimalisir terjadinya kerusakan tanah, sedangkan penggunaan tanah yang berlebihan atau tidak sesuai dengan kemampuan tanah akan menyebabkan tanah menjadi rusak. Berbagai macam penggunaan tanah diantaranya adalah sebagai lahan pertanian. Penggunaan tanah sebagai lahan pertanian ditentukan oleh jenis tanaman, cara bercocok tanam dan intensitas penggunaan tanah. Penggunaan tanah sebagai lahan pertanian ini merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan lahan. Hal ini dikarenakan lahan sering kali tidak digunakan sebagaimana mestinya. Teknologi yang diterapkan pada setiap macam penggunaan tanah tersebut akan menentukan apakah akan didapat penggunaan dan produksi yang lestari dari sebidang tanah (Arsyad, 2010).

Menurut Arsyad (2010), konservasi tanah dalam arti yang luas adalah penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah. Dalam arti sempit konservasi tanah diartikan sebagai upaya untuk mencegah kerusakan tanah oleh erosi dan memperbaiki tanah yang rusak oleh erosi. Upaya konservasi tanah ini bertujuan untuk mencegah

erosi, memperbaiki tanah yang rusak, dan memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar tanah dapat digunakan secara berkelanjutan.

Metode pada konservasi tanah dapat digolongkan ke dalam tiga golongan utama yaitu (Arsyad, 2010) :

#### 1. Metode Vegetatif

Metode vegetatif adalah penggunaan tanaman dan tumbuhan atau bagian-bagian tanaman atau sisa-sisanya untuk mengurangi daya tumbuk butir hujan yang jatuh, mengurangi jumlah dan kecepatan aliran permukaan yang pada akhirnya mengurangi erosi tanah. Metode vegetatif mempunyai fungsi, yaitu (a) melindungi tanah terhadap daya perusak butir-butir hujan yang jatuh, (b) melindungi tanah terhadap daya perusak air yang mengalir di permukaan tanah, dan (c) memperbaiki kapasitas infiltrasi dan penahanan air yang langsung mempengaruhi besarnya aliran permukaan.

#### 2. Metode Mekanik

Metode mekanik adalah semua perlakuan fisik mekanik yang diberikan terhadap tanah dan pembuatan bangunan yang bertujuan untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi, dan meningkatkan kemampuan penggunaan tanah. Beberapa metode mekanik dalam konservasi tanah dan air adalah pengolahan tanah konservasi, pengolahan tanah menurut kontur, guludan, parit pengelak, teras, dam penghambat (*check dam*), waduk, rorak, tanggul, perbaikan drainase dan irigasi, dan lain-lain.

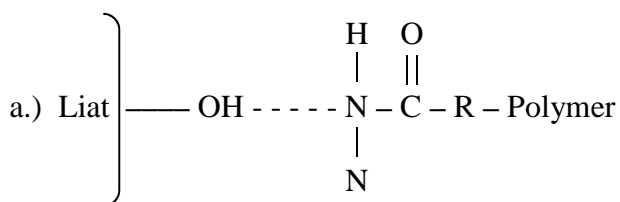


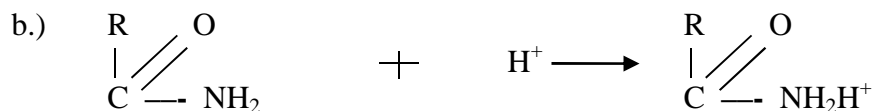
### 3. Metode Kimia

Metode kimia dalam usaha pencegahan erosi, yaitu pemanfaatan *soil conditioner* atau bahan pamtap tanah yang bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah sehingga tanah akan tetap resisten terhadap erosi. Bahan kimia memiliki pengaruh yang besar terhadap stabilitas tanah karena senyawa tersebut tahan terhadap mikrobial tanah permeabilitas tanah dipertinggi dan erosi berkurang. Metode kimia dalam konservasi tanah dan air adalah penggunaan preparat kimia baik berupa senyawa sintetik maupun berupa bahan alami yang telah diolah, dalam jumlah yang relatif sedikit untuk meningkatkan stabilitas agregat tanah dan mencegah erosi. Salah satu penggunaan *soil conditioner* yang dapat digunakan sebagai usaha pencegahan erosi adalah *Polyacrylamide* (PAM).

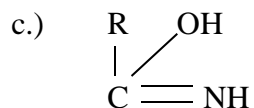
#### 2.7 Poliacrylamide (PAM)

*Polyacrylamide* (PAM) adalah sejenis bahan pemantap tanah polymer non-hidrophobik, mempunyai bagian aktif amide yang mengikat bagian-bagian OH pada butir liat melalui ikatan hidrogen. Berikut ini adalah beberapa mekanisme yang mungkin terjadi pada tanah setelah penambahan PAM :





Yang kemudian mengikat bagian-bagian negatif liat, atau gugusan aktif berada dalam bentuk berikut :



Yang mengikat atom-atom oksigen pada permukaan liat melalui ikatan hidrogen (Arsyad, 2010).

PAM memiliki karakteristik berwarna putih, berat jenisnya  $0,77 \text{ g cm}^{-3}$  dan bentuknya serbuk. PAM yang berwarna dasar putih setelah dicampur air menjadi bening. Berat jenis PAM ringan dan bentuknya serbuk, supaya lebih memudahkan dalam pencampuran bahan pada saat aplikasi di lapangan (Pusjatan, 2015).

*Polyacrylamide* (PAM) merupakan bahan yang larut dalam air, bahan tersebut di pasaran telah dipakai secara luas untuk memperbaiki struktur tanah. Bahan-bahan polimer dipakai sebagai bahan pemantap tanah memiliki sifat bahan yang adesif (melekat), dapat bercampur dan menyebar dengan tanah secara merata, dapat membentuk agregat tanah yang mantap dengan air, tidak bersifat racun. PAM dapat mengurangi laju erosi dan memperbaiki sifat fisik tanah dengan sifatnya yang melekat sehingga kemandirian agregat tanah akan semakin baik dan tahan terhadap daya penghancur tanah (Sarief, 1986).

Hasil penelitian Boroghani, dkk. (2012) menunjukkan bahwa pengaruh penerapan berbagai jumlah PAM dengan dosis (0; 0,2; 0,4 dan 0,6 g m<sup>-2</sup>) di tiga intensitas curah hujan 65, 95 dan 120 mm jam<sup>-1</sup> (curah hujan buatan) terdapat perbedaan efek dari berbagai aplikasi PAM dengan intensitas curah hujan yang berbeda terhadap jumlah erosi percik. Aplikasi PAM 0,6 g m<sup>-2</sup> memiliki efek maksimum pada pengendalian erosi percik dengan mengurangi erosi tanah sekitar 28,93%. Namun hasil statistik menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jumlah PAM (0,2; 0,4 dan 0,6 g m<sup>-2</sup>) terhadap erosi percik pada berbagai intensitas hujan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perbedaan statistik hanya ditunjukkan pada perlakuan intensitas curah hujan 120 mm jam<sup>-1</sup> yaitu antar perlakuan PAM dan tanpa PAM terhadap pengendalian erosi percik. Pada intensitas ini, aplikasi 0,4 g m<sup>-2</sup> PAM menghasilkan efek maksimum dengan 40% penurunan erosi percik dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Penelitian Zhang dan Miller (1996) juga menunjukkan bahwa aplikasi PAM dengan tiga perlakuan (0, 15 dan 30 PAM ha<sup>-1</sup>) yang diujikan dengan 3 simulator hujan pada tanah Cecil Georgia berpengaruh nyata terhadap laju aliran permukaan, laju erosi dan laju infiltrasi tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah simulasi hujan pertama hingga ke tiga, laju aliran permukaan dan laju erosi tanah yang diberi PAM lebih rendah secara nyata daripada tanah tanpa PAM (kontrol). Sedangkan laju infiltrasi tanah yang diberi PAM secara nyata lebih tinggi daripada tanah tanpa PAM (kontrol). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan PAM telah memperbaiki sifat fisik tanah sehingga besarnya erosi menurun.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini merupakan penelitian lapang yang dilaksanakan pada awal bulan April hingga Agustus 2018 di lahan PT. *Nusantara Tropical Farm*, Kabupaten Lampung Timur. Analisis dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pembuatan bedengan tanah, meteran, penggaris, waterpass, penetrometer, *clinometer*, skop, ring sampel, kantong plastik, oven, timbangan analitik, gelas ukur dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah *polyacrylamide* (PAM) dan air.

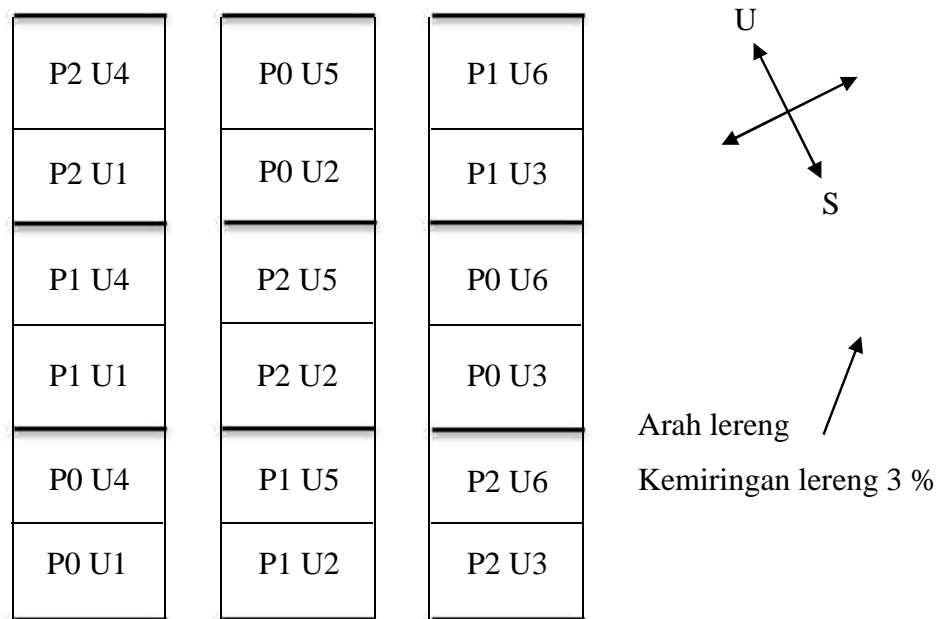
#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian laju erosi ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diujikan dengan membuat bedengan (guludan) tanah yang kemudian diberi *Polyacrylamide* (PAM) dengan 3 perlakuan yang diulang sebanyak 6 kali (Gambar 2).

Perlakuan yang diberikan sebanyak 3 perlakuan, yaitu :

1. P<sub>0</sub> : tanpa pemberian *Polyacrylamide* (PAM)
2. P<sub>1</sub> : 20 kg PAM ha<sup>-1</sup>
3. P<sub>2</sub> : 40 kg PAM ha<sup>-1</sup>

Berikut ini adalah gambar petak percobaan :



Gambar 2. Petak Percobaan. P0 (tanpa PAM); P1 (20 kg PAM ha<sup>-1</sup>); P2 (40 kg PAM ha<sup>-1</sup>); U1 (Ulangan 1); U2 (Ulangan 2); U3 (Ulangan 3); U4 (Ulangan 4); U5 (Ulangan 5); U6 (Ulangan 6)

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Polyacrylamide* (PAM) pada tanah terhadap laju erosi dan beberapa sifat fisik tanah di PT. *Nusantara Tropical Farm*, Lampung Timur.

Penelitian dilakukan dengan membuat bedengan tanah berukuran 3,5 m x 0,8 m dengan tinggi 28 cm menggunakan alat pembuat bedengan tanah (Gambar 3), yang kemudian diberikan bahan pembenah tanah, yaitu *Polyacrylamide* (PAM). Pemberian PAM dilakukan dengan cara ditebar di atas permukaan tanah setelah pembuatan bedengan. Pengukuran laju erosi dan pengambilan sampel tanah dilakukan 4 bulan setelah dilakukan aplikasi PAM.



Gambar 3. Alat Pembuatan Bedengan Tanah

### **3.5 Variabel Pengamatan**

Variabel pengamatan yang diamati yaitu penurunan tinggi bedengan dan laju erosi tanah, kemantapan agregat, kerapatan isi, ketahanan penetrasi serta data curah hujan.

#### **3.5.1 Variabel Utama**

##### **A. Laju Erosi Tanah**

Laju erosi pada bedengan tanah dihitung 4 bulan setelah pemberian *Polyacrylamide* (PAM) menggunakan metode geodetik. Menurut Zachar (1982),

metode geodetik dalam penelitian erosi tanah adalah prosedur yang dirancang untuk menilai erosi secara kuantitatif dengan mengukur pergeseran vertikal permukaan tanah. Perubahan tinggi permukaan tanah dapat ditentukan dengan tanda yang diberi pada logam (alat pengukur erosi) yang dimasukkan ke tanah secara vertikal.

Laju erosi dihitung dengan rumus (Afandi, 2017) :

$$V = M / \rho_b$$

$$t \times L = M / \rho_b$$

$$M = \rho_b \times t \times L$$

Keterangan :  $M$  = Bobot tanah yang tererosi ( $\text{kg m}^{-2}$ )

$\rho_b$  = Kerapatan isi / *Bulk density* ( $\text{g cm}^{-3}$ )

$t$  = Tebal tanah yang hilang/tererosi (cm)

$L$  = Luas tanah

Penilaian erosi didasarkan pada gejala erosi yang sudah terjadi. Kerusakan karena erosi dikelompokkan menjadi lima kelompok yaitu :

Tabel 2. Kriteria kehilangan lapisan tanah akibat erosi (Utomo, 1994).

Kelas	Keterangan
Tidak ada erosi	Tanah tidak mengalami erosi
Ringan	25% lapisan tanah atas hilang
Sedang	25% - 75% lapisan tanah atas hilang
Berat	75% lapisan tanah atas hilang dan 25% lapisan tanah bawah hilang
Sangat berat	Lebih dari 25% lapisan bawah hilang

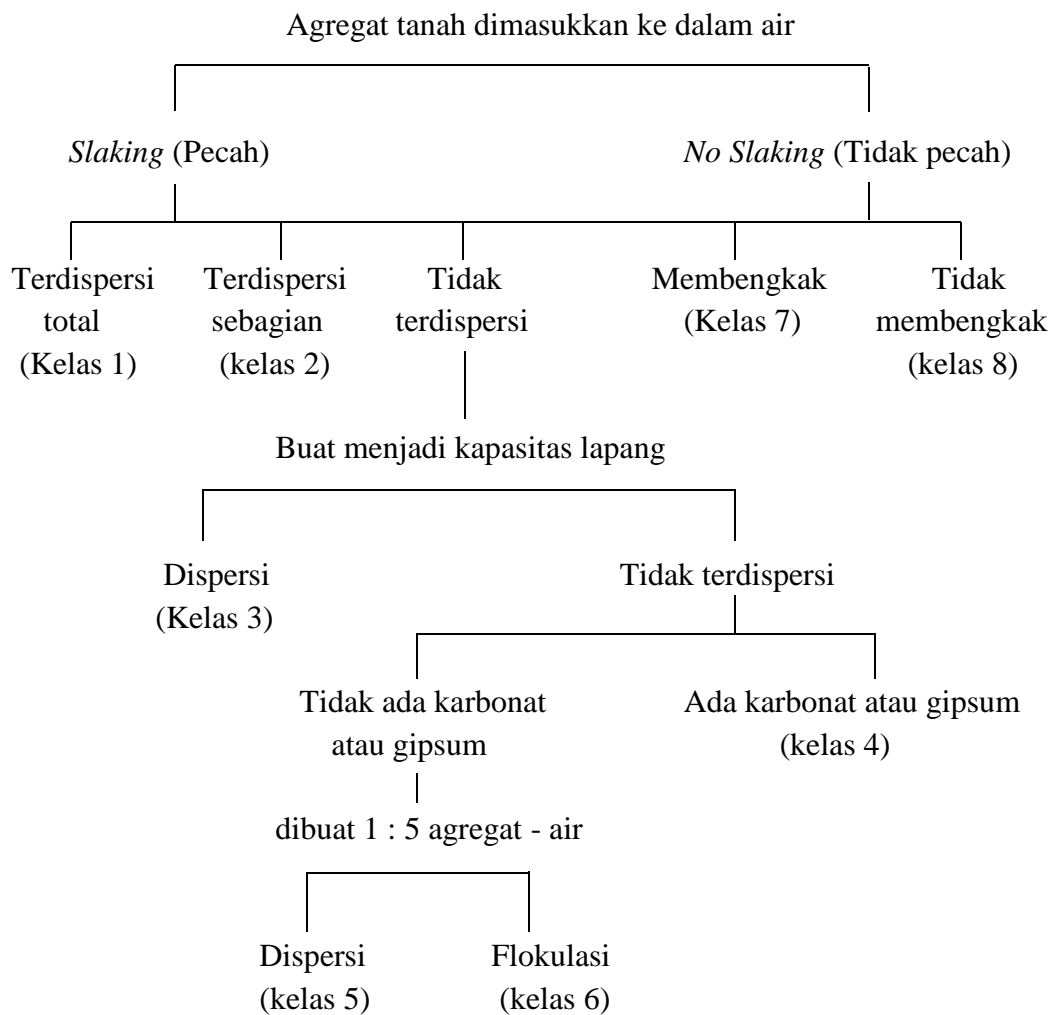


## B. Kemantapan Agregat

Sampel tanah untuk pengukuran kemantapan agregat berupa bongkah tanah diambil dengan menggunakan skop. Kemantapan agregat tanah diukur dengan metode Emerson (1967) (Gambar 4) yang dilakukan untuk mengetahui daya ikat *Polyacrylamide* (PAM) terhadap partikel tanah. Kekuatan ikatan antara partikel tanah yang membentuk agregat, dapat dilepaskan dengan air atau zat pendispersi. Metode Emerson dilakukan dengan cara sederhana, agregat akan dapat bertahan atau mengalami dispersi baik sebagian atau seluruhnya jika direndam dalam air. Hasil pengamatan dengan metode Emerson diinterpretasikan berdasarkan kriteria Greenland, dkk. (1975) (Tabel 3).

Tahapan analisis kemantapan agregat tanah dilakukan dengan cara sebagai berikut (Emerson, 1967) :

1. Air dimasukkan ke dalam beaker glass sebanyak 100 ml.
2. Agregat tanah berukuran 3 – 5 mm dimasukkan ke dalam beaker glass dan diamati setelah 2 jam.
3. Agregat tanah diamati, apakah agregat pecah (*slake*), tidak pecah atau membengkak (*swell*).
4. Kelompokkan ke dalam kelas kemantapan agregat tanah (Gambar 4).
5. Jika agregat tanah tidak terdispersi, ambil agregat lain dan buatlah menjadi kapasitas lapang. Ulangi prosedur 1 dan 2.
6. Jika agregat tidak terdispersi dan tidak mengandung gipsum, buat suspensi agregat dan air, dengan perbandingan 1 : 5 dan dilihat agregatnya (Gambar 4).



Gambar 4. Tahapan Penentuan Kelas Agregat Metode Emerson (Emerson, 1967)

Tabel 3. Interpretasi hasil Metode Emerson (Greenland dkk., 1975)

Kelas	Interpretasi
1 dan 2	Dispersi akan menyebabkan saluran drainase runtuh
3	Kerusakan sifat fisik tanah yang cukup parah sebagai akibat dari saat pengolahan tanah
4 dan 5	Kerusakan fisik akibat pengolahan tanah yang jelek
6	Tanah mantap
7	Tanah mantap dengan kadar bahan organik tinggi
8	Tanah mantap akibat adanya sementasi (misalnya padas besi)

### C. Kerapatan Isi

Kerapatan isi (*bulk density*) adalah berat massa tanah per satuan volume tanah (termasuk volume pori) dalam keadaan kering oven yang satuannya dinyatakan dalam ( $\text{g cm}^{-3}$ ) (Utomo dkk., 2016). Volume tanah utuh terdiri dari volume bahan padatan (agregat tanah) dan volume ruangan (pori-pori) yang berada di antara bahan padatan tersebut. Pengambilan sampel tanah untuk penentuan kerapatan isi dilakukan menggunakan ring sampel.

Kerapatan isi dihitung dengan rumus :

$$\text{Kerapatan Isi (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Bobot tanah kering oven (105}^{\circ}\text{C)}}{\text{Volume Tanah}}$$

Tabel 4. Kerapatan Isi Ideal Bagi Tanaman (USDA, 2008)

Tekstur	Kerapatan Isi Ideal untuk Pertumbuhan Tanaman ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Kerapatan Isi yang Membatasi Pertumbuhan Akar ( $\text{g cm}^{-3}$ )
Berpasir	< 1,60	> 1,80
Berdebu	< 1,40	> 1,65
Berliat	< 1,10	> 1,47

### D. Ketahanan Penetrasi Tanah

Suatu benda yang bersifat plastis atau rapuh seperti tanah, jika dikenai suatu tekanan, akan mengalami perubahan bentuk yang ditandai oleh adanya keruntuhan, baik berupa hancuran, pecahan atau aliran (Hillel, 1980). Tanah dapat mengalami perubahan bentuk yang dicirikan oleh makin memadatinya tanah.

Kekuatan tanah (*soil strength*) adalah kemampuan tanah untuk bertahan terhadap tekanan tanpa mengalami keruntuhan atau perubahan yang berarti (Afandi, 2019).

Ketahanan penetrasi tanah adalah daya yang dibutuhkan oleh sebuah benda untuk masuk ke dalam tanah. Pengukuran ketahanan penetrasi tanah dimaksudkan untuk menilai kondisi tanah yang hubungannya dengan pertumbuhan akar di dalam tanah dan sifat fisik tanah lainnya. Pada penelitian ini ketahanan penetrasi tanah diukur menggunakan Penetrometer saku. Data yang telah diukur dikelaskan berdasarkan kriteria Schoeneberger, dkk. (2012) (Tabel 5) dan kriteria Peck, dkk. (2014) (Tabel 6).

Tahapan pengukuran ketahanan penetreasi tanah dengan menggunakan penetrometer saku dengan cara sebagai berikut :

1. Geser cincin pembaca sampai ujung bagian bawah skala penetrometer.
2. Ratakan bidang tanah yang akan diuji.
3. Tusukan penetrometer secara pelan dan tegak sampai ujung batang penusuk masuk kedalam tanda batas beralur.
4. Penetrometer dicabut dan selanjutnya baca angka yang ditunjukkan cincin pembaca.
5. Ulangi sampai 5 kali pada bidang yang berdekatan.

Tabel 5. Kriteria Ketahanan Penetrasi Tanah menurut Schoeneberger, dkk. (2012)

Kelas	Ketahanan Penetrasi ( $\text{kg cm}^{-2}$ )
Amat sangat rendah	$<0,25$
Sangat rendah	$0,25 - 0,75$
Rendah	$0,75 - 1,00$
Sedang	$1,00 - 1,50$
Tinggi	$1,50 - 2,75$
Sangat tinggi	$2,75 - 3,50$
Amat sangat Tinggi	$>3,50$

Tabel 6. Kriteria Ketahanan Penetrasi Tanah menurut Peck, dkk. (2014)

Kategori	Ketahanan Penetrasi ( $\text{Kg cm}^{-2}$ )	Deskripsi
A	$\geq 1,5$	Sangat keras. Contoh tanah : liat, liat berdebu, liat berpasir, lempung berliat, lempung liat berdebu, dan lempung liat berpasir
B	$0,5 - < 1,5$	Sedang. Contoh tanah : kerikil bersudut, debu, lempung berdebu
C	$< 0,5$	Lemah. Contoh tanah : kerikil, pasir dan pasir berlempung, tanah terendam, tanah dari daerah yang airnya sangat mudah merembes, batu yang terendam yang tidak stabil

### 3.5.2 Variabel Pendukung : Curah Hujan

Curah hujan didapat dari pengukuran volume hujan yang jatuh pada luasan tertentu, dan pengukuran dilakukan setiap hujan kemudian diakumulasikan dari awal pemberian *Polyacrylamide* (PAM) hingga pengambilan sampel (selama 4 bulan). Hasil pengukuran curah hujan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm).

### 3.6 Analisis Data

Data setiap variabel yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapang dan pengukuran di laboratorium dilakukan perhitungan nilai rata-rata dari tiap perlakuan yang diujikan. Data kemudian dicocokkan dengan kriteria masing-masing variabel sesuai dengan sumber pustaka yang relevan.

Data penurunan bedengan, laju erosi, kerapatan isi dan ketahanan penetrasi tanah yang didapat diuji homogenitas ragam menggunakan uji Bartlett, kemudian aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Data yang diperoleh kemudian akan dianalisis dengan sidik ragam, kemudian perbedaan nilai tengah dari masing-masing perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian PAM pada bedengan tanah dengan perlakuan 20 maupun 40 kg ha<sup>-1</sup> berpengaruh secara nyata dapat menekan penurunan bedengan dan laju erosi tanah dibandingkan dengan bedengan kontrol (tanpa PAM). Pemberian PAM 40 kg ha<sup>-1</sup> dapat menekan laju erosi lebih besar yaitu 19,59 %, sedangkan pemberian 20 kg ha<sup>-1</sup> PAM laju erosi hanya berkurang sebesar 16,51 %. Laju erosi tanpa pemberian PAM lebih besar dikarenakan tanah tidak memiliki daya ikat yang kuat antar partikel.
2. Beberapa sifat fisik tanah seperti kemantapan agregat, kerapatan isi dan ketahanan penetrasi tanah menurut kriteria dari masing-masing pengamatan masih dikelompokkan pada kelas yang sama. Namun berdasarkan pengamatan kemantapan agregat, agregat tanah dengan pemberian PAM lebih tahan terhadap daya penghancur tanah dibandingkan tanpa pemberian PAM.

## 5.2 Saran

Penelitian tentang konservasi tanah dengan metode kimia menggunakan *Polyacrylamide* (PAM) masih perlu dilakukan dengan metode yang berbeda yaitu dilarutkan dengan air dan disemprotkan ke tanah, sehingga PAM dapat menyebar secara merata pada tanah yang diaplikasikan. Selain itu kombinasi dengan pupuk organik juga dianjurkan agar dapat mengurangi laju erosi tanah dan dapat memperbaiki sifat fisik tanah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2017. *Erosi Tanah Perhitungan dan Analisis*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 83 hlm.
- Afandi. 2019. *Metode Analisis Fisika Tanah*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 90 hlm.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air Edisi Kedua*. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor. 472 hlm.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 571 hlm.
- Banuwa, I. S. 2013. *Erosi*. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. 205 hlm.
- Boroghani, Mahdi., F. Hayavi, dan H. Noor. 2012. Affectability of Splash Erosion by Polyacrylamide Application and Rainfall Intensity. *Journal of Soil and Water Research*, 7(4): 159-165.
- Emerson, W. W. 1967. A Classification of Soil Aggregates Based on Their Coherence in Water. *Australian Journal of Soil Research*, 5(1): 47-57.
- Green, V. S. dan D. E. Stott. 2001. Polyacrylamide : A Review of The Use, Effectiveness, And Cost of A Soil Erosion Control Amendment. *Sustaining the Global Farm*. Halaman 384 -389.
- Greenland, D. J., D. Rimmer, dan D. Payne. 1975. Determination of the Structural Stability Class of English and Welsh Soi, Using a Water Coherence Test. *Journal of Soil Science*, 26(3): 294-303.
- Hardiyatmo, H. C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 442 hlm.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta. 274 hlm.

- Hillel, D. 1980. *Fundamentals of Soil Physics*. Academic Press. New York. 413 hlm.
- Kim, S. 2011. *An Engineered Clay Soil System Using Functional Polymers*. The Pennsylvania State University. Dissertation. Pennsylvania. 140 hlm. dalam Minanti, R. 2019. Pengaruh Aplikasi Polyacrylamide (PAM) Terhadap Kemantapan Agregat dan Kapasitas Menahan Air Tanah Andisol di Gisting Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 44 hlm.
- Megawati, S. 2019. Kajian Beberapa Penggunaan Lahan Terhadap Nisbah Dispersi pada Tanah Ultisol di PT Great Giant Food. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Peck, A., D. Halterman, dan Physical Measurement Team. 2014. *Classification of Soil for Excavation*. Occupational Safety and Health Administration Salt Lake Technical Center. Salt Lake. 10 hlm.
- Prasetyo, B. H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2): 39-46.
- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan). 2015. *Kajian Pengaruh Peranan Material Hydrosiding Terhadap Sifat Fisik Tanah*. Bandung.
- Rachman, A. A., U. Abdurachman, U. Haryati, dan S. Sukmana. 1990. *Hasil Hijauan Legum, Panen Tanaman Pangan dan Pembentukan Teras dalam Sistem Pertanaman Lorong*. Risalah Pembahasan Hasil Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah. Bogor. Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan, Tanah dan Air (P3HTA). Departemen Pertanian.
- Salam, A. K. 2012. *Ilmu Tanah Fundamental*. Global Madani Press. Bandar Lampung. 362 hlm.
- Sarief, E. S. 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung. 157 hlm.
- Schoeneberger, P. J., D.A. Wysocki, E.C. Benham dan Soil Survey Staff. 2012. *Field Book for Describing and Sampling Soil, Version 3.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A. B. Siswanto. 2004. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia*. hlm. 21–66. dalam Prasetyo, B. H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2): 39-46.

- Sunandar, A. dan S. Y. Mulyani. 2017. Stabilisasi Tanah dengan Memanfaatkan Serutan Kayu dan Polyacrylamide Untuk Lereng Jalan Yang Mudah Tererosi. *Jurnal Jalan Jembatan*, 34(2): 91-103.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta. 386 hlm.
- USDA. 2008. *Soil Quality Indicator, Bulk Density*. United States Departement of Agriculture. Natural Resources Conservation Service.
- Utomo, M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja, dan Wawan. 2016. *Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Prenada Media Group. Jakarta. 434 hlm.
- Utomo, W. H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP Malang. Malang. 194 hlm.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. U. S Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.
- Zachar, D. 1982. *Soil Erosion*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 547 hlm.
- Zhang, X. C. dan W. P. Miller. 1996. Polyacrylamide Effect on Infiltration and Erosion in Furrows. *Soil Science America Journal*, 60(3): 866-872.