



**PENILAIAN STATUS KERUSAKAN TANAH PADA LAHAN
PERTANIAN DI KECAMATAN KALIBARU
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**Alief Fitrah Kamarullah
NIM. 121510501058**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda “Musriah Mariya” atas segala usaha, dorongan semangat, motifasi dan doa yang tidak ada henti - hentinya demi kesuksesan putra - putrinya.
2. Adikku “Karina Okta Bella” yang selalu menjadi pemicu semangat ku.
3. Semua teman dan sahabat yang telah menemani perjalanan hidup sewaktu di perkuliahan.
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

*“Jangan berlebihan menanggapi keadaan dan menuang perasaan, supaya susah
atau senang sama rasanya”*

(FAK)

*Buatlah waktu mu lebih berguna dari sebelumnya, atau waktu akan sangat keras
mengikis kesempatan mu”*

(FAK)

“Waste all your days complaining”

(Memphis May Fire)

“You said you’d never ever loock back”

(I See Stars)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alief Fitrah Kamarullah

NIM : 121510501058

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Penilaian Status Kerusakan Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Mei 2017
yang menyatakan.

Alief Fitrah Kamarullah
NIM. 121510501058

SKRIPSI

**PENILAIAN STATUS KERUSAKAN TANAH PADA LAHAN
PERTANIAN DI KECAMATAN KALIBARU
KABUPATEN BANYUWANGI**

Oleh :

Alief Fitrah Kamarullah
NIM. 121510501058

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Ir. Joko Sudibya, M.Si.
NIP. 19600701 198702 1 001

Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS.
NIP. 19551113 198303 1 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Penilaian Status Kerusakan Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 29 Mei 2017

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Ir. Joko Sudibya, M.Si.
NIP. 19600701 198702 1 001

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS.
NIP. 19551113 198303 1 001

Dosen Penguji 1,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanti, MP.
NIP. 19611110 198802 1 001

Dosen Penguji II,

Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D.
NIP. 19660614 199201 1 001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D
NIP. 19600506 198702 1 001

RINGKASAN

Penilaian Status Kerusakan Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi; Alief Fitrah Kamarullah; 121510501058; 2017; 86 halaman; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Kerusakan tanah pada dasarnya dapat terjadi akibat aktivitas manusia maupun secara alami. Kriteria baku untuk menentukan status kerusakan tanah merupakan sifat dasar tanah yang digunakan untuk menentukan kemampuan tanah dalam menyediakan air dan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kecamatan Kalibaru memiliki luasan 192,79 km² yang sebagian besar wilayahnya memiliki kelerengan yang bervariasi serta penggunaan lahan yang banyak dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Salah satu penyebab kerusakan tanah dipengaruhi oleh erosi air hujan yang dapat meningkat apabila didukung oleh hilangnya tutupan tanah, kondisi lereng dan panjang ketebalan olah tanah. Di sisi lain, kegiatan produksi biomassa yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kerusakan tanah sehingga dapat menurunkan mutu dan fungsinya. Tujuan penelitian adalah memprediksi potensi dan mengetahui status kerusakan tanah beserta faktor penyebabnya di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi.

Penilaian status kerusakan tanah berdasarkan pada Pedoman Kriteria Status Kerusakan Tanah yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 150 Tahun 2000. Status kerusakan tanah diperoleh dari hasil skoring yang dilakukan dengan mempertimbangkan frekuensi relatif (%) tanah yang tergolong rusak dalam suatu poligon. Hasil skoring frekuensi relatif (%) dari tiap-tiap parameter kemudian di akumulasi yang selanjutnya dilakukan pencocokan dengan kriteria status kerusakan tanah. Hasil skoring status kerusakan tanah tergolong rusak ringan (R.I) dengan faktor pembatas komposisi fraksi, porositas, permeabilitas dan redoks (f,v,p,r) seluas 1.096,68 ha (11,76%); faktor pembatas porositas, permeabilitas dan redoks (v,p,r) seluas 3.165,98 ha (33,95); faktor pembatas permeabilitas dan redoks (p,r) seluas 793,87 ha (8,52%) dan faktor pembatas redoks (r) seluas 4.267,46 ha (45,77%).

SUMMARY

Assessment of Soil Damage Status on Agricultural Land in District Kalibaru Banyuwangi. Alief Fitrah Kamarullah; 121510501058; 2017; 86 pages; Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Soil damage can basically occur due to human activity and naturally. The standard for determining the status of soil damage is the nature of the soil used to determine the soil's ability to provide water and nutrients for plant growth and development. Kalibaru district has an area of 192,79 km², most of which has a varied slopes and the use of land that is widely used for agricultural activities. Soil damage can be affected by increased rainwater erosion when supported by loss of land cover, slope conditions and soil thickness lengths. In additional, uncontrolled biomass production activities can lead to soil damage that can degrade of soil quality and function. The aim of this study was to predict the potential and to know the status of soil damage along with its causal factor in Kalibaru District Banyuwangi.

Status of soil damage assesment is based on the Guidelines od Soil Damage Status Criteria reffering to Minister of Environment Regulation No. 150 of 2000. Status of soil damage obtained from the scoring which done by considering the relative frequency (%) of land classified as damaged in a polygon. The relative frequency scoring result (%) of each parameter is accumulated, then matching with the criterias of soil damage status. The scoring result of soil damage status was classified as minor damage (R.I) with limiting factor of fraction, porosity, permeability and redox (f,v,p,r) composition is 1,096,68 ha (11,76%); limiting factor of porosity, permeability and redox (v, p, r) is 3,165,98 ha (33,95); limiting permeability and redox (p,r) is 793.87 ha (8.52%) and redox (r) limiting factor is 4,267.46 ha (45.77%).

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penilaian Status Kerusakan Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi”** dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada:

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Joko Sudibya, M.Si selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Ir. Joko Sudibya, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama; Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS. selaku Dosen Pembimbing Anggota; Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP. selaku Dosen Penguji Utama dan Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Ir. Tatang Pranata, Dip.Agr selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Orang tua tunggal ku Ibunda Musriah Mariya serta Adikku Karina Okta Bella yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Shabrina Refita Safitri, wanita yang tidak ada batas kebaikannya dalam membantu, menemani, memberikan motivasi mulai dari masa mengulang perkuliahan, memulai dan memperbaiki tahapan-tahapan penelitian serta sampai penelitian ini dapat terselesaikan.
8. Sahabat ku yaitu Dhimas, Kis, Dayat dan Hilman yang telah banyak membantu setiap permasalahan-permasalahan dengan sabar serta tanpa adanya pamrih.

9. Rekan penelitian ku satu-satunya Reni Fidianingsih atas suka, duka, kerja keras, bantuan, motivasi dan masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Keluarga B12 AGROTECH, rekan-rekan di IMAGRO dan HIMAHITA serta SOILER 2012 yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman.
11. Kawan KKN-PPM 04 CURNONG yaitu Chandra, Kharis, Dyah, Diana, Reka, Ovi, Putra, Emma dan Fitri yang telah mengajarkan arti sebuah keluarga, kebersamaan, kesederhanaan dan cara berfikir yang lebih baik dan bijak dalam menghadapi keadaan.
12. Teknisi laboratorium yaitu Mas Ilham dan Pak Cacuk yang banyak membantu, memberi masukan serta mengajarkan bagaimana menutupi kekurangan-kekurangan selama penelitian.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 29 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBING | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| SUMMARY | viii |
| PRAKARTA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 3 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat | 3 |
| 1.3.1 Tujuan | 3 |
| 1.3.2 Manfaat | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kerusakan Tanah | 4 |
| 2.2 Faktor Kerusakan Tanah | 5 |
| 2.2.1 Jenis Tanah | 5 |
| 2.2.2 Kelerengan | 5 |
| 2.2.3 Iklim | 6 |
| 2.2.4 Vegetasi | 6 |

| | |
|--|----|
| 2.2.5 Manajemen Penggunaan Lahan | 6 |
| 2.3 Parameter Kerusakan Tanah | 7 |
| 2.3.1 Ketebalan Solum | 7 |
| 2.3.2 Kebatuan Permukaan | 7 |
| 2.3.3 Komposisi Fraksi | 8 |
| 2.3.4 Berat Volume | 8 |
| 2.3.5 Porositas Total | 9 |
| 2.3.6 Permeabilitas | 9 |
| 2.3.7 Reaksi Tanah (pH) | 10 |
| 2.3.8 Daya Hantar Listrik | 10 |
| 2.3.9 Reaksi Reduksi dan Oksidasi | 11 |
| 2.3.10 Jumlah Mikroba | 11 |
| 2.4 Sistem Informasi Geografis | 12 |
| 2.5 Interpolasi dalam Sistem Informasi Geografis | 12 |
| 2.5.1 <i>Kriging</i> | 13 |
| 2.5.2 <i>Inverse Distance Weighted (IDW)</i> | 13 |
| 2.5.3 <i>Natural Neighbor</i> | 15 |
| 2.5.4 <i>Splines</i> | 15 |
| 2.5.4.1 <i>Regularized Spline</i> | 16 |
| 2.5.4.2 <i>Tension Spline</i> | 16 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 17 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 17 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 17 |
| 3.2.1 Bahan | 17 |
| 3.2.2 Alat | 18 |
| 3.3 Metode Penelitian | 18 |
| 3.3.1 Tahap Persiapan | 18 |
| 3.3.1.1 Penyediaan Bahan Peta | 18 |
| 3.3.1.2 Pembuatan Peta Kerja | 20 |
| 3.3.2 Tahap Survei | 22 |
| 3.3.3 Pengamatan dan Pengambilan Contoh Tanah | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.3.1 Pengamatan Biofisik Lahan..... | 22 |
| 3.3.3.2 Pengukuran Parameter Lapangan | 22 |
| 3.3.3.3 Pengambilan Contoh Tanah | 23 |
| 3.3.4 Analisis Laboratorium | 23 |
| 3.3.4.1 Analisis Fisika Tanah | 24 |
| 3.3.4.2 Analisis Kimia Tanah..... | 24 |
| 3.3.4.3 Analisis Biologi Tanah..... | 24 |
| 3.3.5 Analisis Data..... | 24 |
| 3.3.5.1 Penilaian Potensi Kerusakan Tanah | 24 |
| 3.3.5.2 Penetapan Status Kerusakan Tanah..... | 25 |
| 3.3.5.3 Pengolahan Data Parameter Kerusakan Tanah..... | 27 |
| 3.3.6 Interpretasi Data..... | 28 |
| 3.3.6.1 Layout Peta..... | 28 |
| 3.3.6.2 <i>Hillshade</i> | 28 |
| 3.4 Diagram Alir | 29 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 30 |
| 4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian | 30 |
| 4.2 Penilaian Parameter Kerusakan Tanah | 30 |
| 4.2.1 Ketebalan Solum..... | 30 |
| 4.2.2 Kebatuan Permukaan | 32 |
| 4.2.3 Komposisi Fraksi | 33 |
| 4.2.4 Berat Volume..... | 36 |
| 4.2.5 Porositas Total | 37 |
| 4.2.6 Permeabilitas..... | 38 |
| 4.2.7 Reaksi Tanah (pH)..... | 40 |
| 4.2.8 Daya Hantar Listrik | 41 |
| 4.2.9 Reaksi Reduksi dan Oksidasi..... | 42 |
| 4.2.10 Jumlah Mikroba | 43 |
| 4.3 Status Kerusakan Tanah..... | 45 |
| 4.4 Konservasi..... | 47 |
| 4.4.1 Konservasi Vegetatif..... | 47 |

| | |
|---|----|
| 4.4.1.1 Budidaya Lorong (<i>Alley Cropping</i>)..... | 47 |
| 4.4.1.2 Tanaman Penutup Tanah (<i>Land Cropping</i>)..... | 47 |
| 4.4.2 Konservasi Mekanik | 47 |
| 4.4.2.1 Teras | 47 |
| 4.4.2.2 Rorak (<i>Catch Ditch/Sediment Trap</i>)..... | 48 |
| 4.4.3 Konservasi Air dan Kimiawi | 49 |
| 4.4.3.1 Pengelolaan Tata Air | 49 |
| 4.4.3.2 Pengapuran | 49 |
| 4.4.3.3 Aplikasi Bahan Organik | 49 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 51 |
| 5.1 Kesimpulan | 51 |
| 5.2 Saran | 51 |
| DAFTAR PUSTAKA | 52 |
| LAMPIRAN | 56 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 3.1 Karakteristik Satuan Lahan | 20 |
| Tabel 3.2 Kriteria Baku Kerusakan Tanah..... | 24 |
| Tabel 3.3 Kriteria Pembagian Kelas Potensi Kerusakan Tanah | 25 |
| Tabel 3.4 Skor Kerusakan Tanah Berdasarkan Frekuensi Relatif | 26 |
| Tabel 3.5 Status Kerusakan Tanah Berdasarkan Nilai Akumulasi Skor..... | 26 |
| Tabel 4.1 Penggunaan Lahan Pertanian di Kecamatan Kalibaru..... | 30 |
| Tabel 4.2 Gradasi Status Redoks Tanah | 42 |
| Tabel 4.3 Status Kerusakan Tanah dan Faktor Pembatas | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 3.1 Peta Administrasi Kecamatan Kalibaru | 17 |
| Gambar 3.2 Peta Potensi Kerusakan Tanah Kecamatan Kalibaru | 21 |
| Gambar 3.3 Contoh Petak Pengamatan Kebatuan Permukaan | 23 |
| Gambar 3.4 Skema Penilaian Potensi Kerusakan Tanah | 25 |
| Gambar 3.5 Skema Penilaian Status Kerusakan Tanah | 27 |
| Gambar 4.1 Grafik Ketebalan Solum Kecamatan Kalibaru..... | 31 |
| Gambar 4.2 Grafik Kebatuan Permukaan Kecamatan Kalibaru | 33 |
| Gambar 4.3 Grafik Komposisi Fraksi Kecamatan Kalibaru | 34 |
| Gambar 4.4 Peta Komposisi Fraksi Koloid Kecamatan Kalibaru..... | 35 |
| Gambar 4.5 Grafik Berat Volume Kecamatan Kalibaru..... | 36 |
| Gambar 4.6 Grafik Porositas Total Kecamatan Kalibaru | 37 |
| Gambar 4.7 Grafik Permeabilitas Kecamatan Kalibaru..... | 38 |
| Gambar 4.8 Peta Permeabilitas Kecamatan Kalibaru | 39 |
| Gambar 4.9 Grafik Reaksi Tanah Kecamatan Kalibaru | 40 |
| Gambar 4.10 Grafik Daya Hantar Listrik Kecamatan Kalibaru | 41 |
| Gambar 4.11 Grafik Redoks Kecamatan Kalibaru | 43 |
| Gambar 4.12 Grafik Jumlah Mikroba Kecamatan Kalibaru | 44 |
| Gambar 4.13 Peta Status Kerusakan Tanah Kecamatan Kalibaru | 46 |
| Gambar 4.14 Peta Arah Konservasi Kecamatan Kalibaru | 50 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Tabel Penilaian Potensi Kerusakan Tanah pada Peta Tematik.... | 56 |
| Lampiran 2. Skoring Parameter Kerusakan Tanah | 57 |
| Lampiran 3. Rekapitulasi Penilaian Status Kerusakan Tanah | 62 |
| Lampiran 4. RMSE <i>Error</i> Parameter Kerusakan Tanah | 63 |
| Lampiran 5. Pengamatan Biofisik Lahan..... | 64 |
| Lampiran 6. Dokumentasi Lapangan | 65 |
| Lampiran 7. Peta Sebaran Hujan Kecamatan Kalibaru..... | 66 |
| Lampiran 8. Peta Penggunaan Lahan Pertanian Kecamatan Kalibaru..... | 67 |
| Lampiran 9. Peta Kelerengan Kecamatan Kalibaru | 68 |
| Lampiran 10. Peta Jenis Tanah USDA Kecamatan Kalibaru | 69 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan sumberdaya alam yang peranannya sendiri dianggap sangat strategis baik pada masa sekarang maupun untuk selanjutnya. Tanah juga menjadi salah satu komponen lahan dan ruang daratan yang memiliki banyak fungsi dalam kehidupan. Berdasarkan komponen produksinya, tanah berfungsi sebagai penghasil biomassa yang mendukung kehidupan manusia dan kehidupan makhluk lainnya serta berperan penting dalam menjaga kelestarian sumberdaya air dan kelestarian lingkungan hidup. Maka dari itu, dalam pemanfaatan tanah harus tetap terkendali pada tingkat mutu tanah yang tidak melebihi ambang kritis kerusakannya.

Kerusakan tanah pada dasarnya dapat terjadi akibat aktivitas manusia maupun secara alami. Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 150 Tahun 2000 menjelaskan bahwa kerusakan tanah untuk produksi biomassa adalah berubahnya sifat dasar tanah yang melampaui kriteria baku kerusakan tanah. Biomassa adalah tumbuhan atau bagian-bagiannya seperti bunga, biji, buah, daun, akar serta lebih tepatnya tanaman yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, perkebunan dan hutan tanaman. Produksi biomassa sendiri adalah bentuk-bentuk pemanfaatan sumberdaya tanah untuk menghasilkan biomassa tersebut. Menurut Tolaka *et. al.* (2013), kerusakan tanah adalah hilangnya atau menurunnya fungsi tanah, baik sebagai sumber unsur hara tumbuhan maupun sebagai matriks tempat akar tumbuhan berjangkar dan juga tempat air tersimpan.

Kriteria baku kerusakan tanah telah ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 150 Tahun 2000 Tentang Pengendalian Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa. Sedangkan untuk tata cara pengukuran kriteria baku kerusakan tanah telah diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 Tahun 2006. Kriteria baku tersebut merupakan sifat dasar tanah yang digunakan untuk menentukan kemampuan tanah dalam menyediakan air dan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kriteria baku tersebut mencakup sifat fisik tanah, sifat kimia tanah, dan sifat biologi tanah.

Kerusakan tanah secara fisik dapat di akibatkan karena kerusakan struktur tanah yang dapat menimbulkan pemadatan tanah akibat pengolahan tanah atau penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan. Kerusakan tanah secara kimia dapat terjadi karena proses pemasaman tanah, akumulasi garam-garam (salinisasi), dan pencemaran logam berat. Sedangkan kerusakan tanah secara biologi ditandai dengan penyusutan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan berkurangnya keragaman biodiversitas mikroorganisme tanah.

Kerusakan tanah yang berkelanjutan akan berdampak pada meluasnya jumlah lahan kritis. Berdasarkan kondisi morfologis, Kecamatan Kalibaru memiliki luasan 192,79 km² atau setara 19.279 hektar yang sebagian besar wilayahnya memiliki kelerengan bervariasi serta penggunaan lahan yang banyak dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Salah satu penyebab kerusakan tanah dipengaruhi oleh erosi air hujan. Laju erosi akan menjadi lebih berbahaya apabila didukung oleh hilangnya tutupan tanah, kondisi berlereng dan panjang ketebalan olah tanah sehingga berakibat pada terangkutnya bahan organik yang ada di atas permukaan tanah oleh aliran permukaan (*run off*). Di sisi lain, kegiatan produksi biomassa yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kerusakan tanah sehingga dapat menurunkan mutu dan fungsinya, pada akhirnya dapat mengancam kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup disekitarnya.

Kecamatan Kalibaru di masa sekarang masih belum memiliki data status kerusakan tanah terbaru baik dalam segi luasan dan penyebarannya yang divisualisasikan ke dalam peta. Peta pada prinsipnya dapat menyajikan informasi dugaan potensi dan sebaran kerusakan tanah yang diperoleh dari analisis peta tematik. Pemetaan pada dasarnya dapat dilakukan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang nantinya akan memudahkan didalam proses analisis potensi dan status kerusakannya secara spasial. Mengingat kerusakan tanah sifatnya dinamis dengan banyak faktor yang mempengaruhi, sehingga diperlukan penilaian kerusakan tanah secara berkala. Selain itu, evaluasi terhadap kriteria baku kerusakan tanah sangat diperlukan untuk mengetahui apakah kriteria-kriteria tersebut akurat dan mampu memberikan gambaran kondisi aktual serta dapat dijadikan acuan konservasi yang tepat nantinya.

1.2 Rumusan Masalah

Kerusakan tanah di Kecamatan Kalibaru, Kabupaten Banyuwangi pada dasarnya dapat di sebabkan oleh faktor berbeda-beda. Salah satunya dapat disebabkan oleh manajemen penggunaan lahan yang tidak memperhatikan kaidah konservasi sehingga berdampak pada kerusakan tanah dan degradasi lahan serta pada akhirnya dapat memicu bertambahnya lahan kritis.

Pemecahan permasalahan tersebut dapat di selesaikan melalui metode penilaian pada peta-peta tematik, survei lahan, dan di dukung data hasil analisis laborototium, yang nantinya dapat diketahui potensi dan status kerusakan tanah. Hasil penilaian dan analisis tersebut kemudian dapat dijadikan sebagai acuan arahan konservasi terhadap faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan tanah di Kecamatan Kalibaru, Kabupaten Banyuwangi.

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

1. Memprediksi potensi kerusakan tanah berdasarkan kondisi alami tanah dari hasil analisis peta-peta tematik di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi
2. Mengetahui status kerusakan tanah beserta faktor penyebabnya di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi

1.3.2 Manfaat

1. Memberikan informasi mengenai potensi kerusakan tanah dan status kerusakan tanah berdasarkan sebaran dan luasannya yang di visualisasikan ke dalam peta.
2. Mengetahui arahan konservasi sebagai bahan pertimbangan dalam perbaikan dan peningkatan daya dukung penggunaan lahan di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerusakan Tanah

Kerusakan tanah pada dasarnya dapat disebabkan oleh perilaku manusia atau secara alami yang mengakibatkan tanah tidak dapat berfungsi didalam mendukung segala kegiatan. Kerusakan tanah merupakan proses berkurangnya kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan atau perkembangan tumbuhan atau menghasilkan barang dan jasa (Suripin, 2001). Penyebab kerusakan tanah secara umum terdiri atas:

1. Hilangnya unsur hara dan bahan organik didaerah perakaran
2. Berkumpulnya garam-garam di daerah perakaran (salinisasi), terkumpulnya atau terungkapnya unsur atau senyawa yang beracun bagi tumbuhan
3. Penjenuhan tanah oleh air, dan
4. Erosi

Menurut Sutono (2014), kerusakan tanah erat kaitannya dengan penurunan kualitas tanah. Kualitas tanah yang kurang baik sebagai akibat memburuknya sifat fisika, kimia, dan biologi tanah akan mendorong terbentuknya lahan kritis. Penilaian lahan kritis pada dasarnya dapat menggunakan 4 parameter lahan, yaitu kondisi penutupan vegetasi, tingkat torehan/kerapatan drainase, penggunaan lahan dan kedalaman tanah. Apabila dikaji lebih lanjut, tingkat kekritisannya erat kaitannya dengan tingkat degradasi lahan.

Degradasi lahan adalah suatu proses penurunan produktivitas tanah menjadi lebih rendah, baik sementara maupun tetap, sehingga pada suatu saat lahan tersebut mencapai ke tingkat kekritisannya tertentu. Degradasi lahan dimulai dari penurunan produktivitas tanah sebagai respon terhadap berkurangnya kemampuan memenuhi semua kebutuhan tanaman. Penurunan produktivitas ini terjadi perlahan-lahan, sedikit demi sedikit sejalan dengan penurunan kualitas tanah. Degradasi lahan terjadi sebagai akibat adanya perbedaan kualitas parameter-parameter degradasi tanah. Untuk tanah yang sama, kualitas parameter-parameter tersebut pada saat sekarang lebih buruk dibandingkan periode waktu sebelumnya (Soil Horizons, 2000).

2.2 Faktor Kerusakan Tanah

Kerusakan tanah pada dasarnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

2.2.1 Jenis Tanah

Tanah pada dasarnya tersusun oleh bahan padat, cair, gas dan jasad hidup. Menurut ukurannya penyusun tanah dibedakan menjadi lempung dengan diameter $< 0,02$ mm, debu berdiameter $0,02-0,05$ mm dan pasir dengan diameter $0,05-2$ mm. Berdasarkan komposisinya tanah dapat dibedakan menjadi 3 golongan yaitu :

- a. Tanah berpasir yaitu tanah yang memiliki kandungan pasir $> 20\%$, sehingga tanah terasa kasar dan tidak lekat.
- b. Tanah berlempung yaitu tanah yang mempunyai kandungan debu-lempung relatif sama. Tanah ini memiliki sifat tidak terlalu lepas dan tidak terlalu lekat.
- c. Tanah lempungan yaitu tanah yang memiliki kandungan lempung $> 35\%$. Tanah ini sangat lengket dan keras ketika kering.

Tanah yang tersusun oleh pasir akan lebih mudah mengalami kerusakan tanah dibandingkan dengan tanah yang disusun oleh lempung. Tanah yang tersusun oleh partikel lempung tinggi cenderung memiliki potensi kerusakan rendah. Sedangkan tanah yang mengalami perkembangan tingkat lanjut potensi kerusakannya cenderung lebih tinggi (Rajiman, 2010).

2.2.2 Kelerengan

Kemiringan lereng merupakan faktor yang perlu diperhatikan, sejak dari penyiapan lahan pertanian, usaha penanamannya, pengambilan produk-produk serta pengawetan lahan. Lahan yang mempunyai kemiringan dapat lebih mudah terganggu atau rusak, terutama bila derajat kemiringannya besar. Kelerengan mempengaruhi kerusakan tanah terkait dengan besarnya erosi dan kemampuan tanah menyimpan air hujan. Tanah yang mempunyai kemiringan $> 15\%$ dengan curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan longsor tanah. Lereng yang semakin curam dan semakin panjang akan meningkatkan kecepatan aliran permukaan dan volume air permukaan semakin besar, sehingga benda yang bisa diangkut akan lebih banyak (Andrian *et. al.*, 2014).

2.2.3 Iklim

Faktor terpenting penyusun iklim yang mempengaruhi terjadinya erosi tanah adalah curah hujan. Curah hujan mempunyai pengaruh terbesar dibandingkan yang lainnya. Suatu tempat mempunyai jumlah hujan yang tinggi belum tentu menyebabkan erosi, sebaliknya jumlah hujan yang rendah dapat menyebabkan erosi, bila hujan yang terjadi sekali-kali saja. Hujan yang turun akan mengenai tanah dan menghancurkan agregat tanah, kemudian terangkut ke tempat lain. Hujan yang sampai ke permukaan tanah akan mengalami infiltrasi, aliran permukaan, intersepsi dan penguapan. Sehingga aliran permukaan menyebabkan erosi menjadi meningkat.

2.2.4 Vegetasi

Vegetasi yang nampak di permukaan tanah mencerminkan besarnya penutupan lahan oleh tajuk tanaman. Kondisi lahan yang tertutup, kerusakan tanah akan semakin kecil dan sebaliknya lahan yang semakin terbuka akan menyebabkan tanah memiliki potensi kerusakan yang besar. Besarnya penutupan lahan oleh tajuk dapat dilihat dari tingkat penggunaan lahan itu sendiri. Beberapa tipe penggunaan lahan seperti hutan primer dan sekunder; kebun campuran, ladang; areal yang merupakan bekas pembukaan lahan hutan atau pertanian seperti semak belukar dan alang-alang; serta areal pemukiman penduduk, pada dasarnya sangat mempengaruhi perubahan luas, kerapatan vegetasi atas dan kerapatan vegetasi bawah, yang pada akhirnya sangat berpengaruh terhadap kerusakan tanah karena peningkatan laju erosi (Talakua, 2009).

2.2.5 Manajemen Penggunaan Lahan

Peningkatan kebutuhan akan penggunaan lahan erat kaitannya dengan tujuan untuk meningkatkan produksi tanaman pertanian. Hal tersebut pada dasarnya dapat menyebabkan terjadinya eksplorasi lahan pertanian secara terus menerus tanpa memperhatikan kaidah konservasi sehingga menyebabkan penurunan produktifitas lahan baik sementara maupun tetap yang pada akhirnya berdampak pada perubahan ekosistem yang mengarah ke degradasi lingkungan.

Peningkatan degradasi lingkungan tersebut akan dapat memicu peningkatan kekritisan lahan sehingga kerusakan tanah pada lahan-lahan yang di manfaatkan juga dapat terjadi. Menurut Arsyad (2010), penyebab terjadinya degradasi lahan yang dapat memicu kerusakan tanah dibagi ke dalam 3 kategori, yaitu:

1. Erosi dan sedimentasi, akumulasi garam/basa/bahan polutan, penurunan pH, dan ancaman penyakit infeksi.
2. Limbah bahan anorganik dari hasil industri, pestisida, radioaktif, keracunan logam berat dan ancaman banjir dan kekeringan.
3. Proses penambangan, penggunaan pupuk yang salah, penggunaan air dengan kualitas buruk, tercemar deterjen dan amblesan (*subsidence*)

2.3 Parameter Kerusakan Tanah

2.3.1 Ketebalan Solum

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), ketebalan solum adalah jarak vertikal dari permukaan tanah sampai lapisan yang membatasi keluasaan perkembangan sistem perakaran. Secara umum solum merupakan lapisan-lapisan penyusun tubuh tanah yang terdiri dari lapisan organik, *top soil*, *sub soil* dan lapisan batuan induk. Sedangkan untuk sistem perakaran akan dibatasi perkembangannya oleh lapisan pembatas yang berupa lapisan padas (batuan), lapisan beracun (garam, logam berat, aluminium, besi), muka air tanah dan lapisan kontras.

Harjadi (2009), menyatakan bahwasannya kedalaman solum tanah erat kaitannya dengan kelas kemiringan lahan. Semakin miring kelas lereng maka kedalaman tanah akan semakin dangkal karena lahan mengalami degradasi yang menyebabkan berkurangnya ketebalan solum tanah.

2.3.2 Kebatuan Permukaan

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), kebatuan permukaan adalah presentase tutupan batu di permukaan tanah. Batu adalah semua material kasar dengan ukuran diameter > 2 mm. Kebatuan permukaan memegang peranan yang penting dalam mendukung kemudahan

dalam pengelolaan tanah itu sendiri. Tanah yang memiliki kebatuan tinggi akan mengakibatkan penurunan jumlah vegetasi, sehingga penutupan lahan juga semakin berkurang. Minimnya penutupan lahan tersebut akan berdampak pada produksi biomassa yang semakin sedikit dikarenakan jumlah biomasnya berkuraang atau tidak maksimal.

2.3.3 Komposisi Fraksi

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), komposisi fraksi merupakan perbandingan berat dari pasir kuarsitik (50-20.000 μm) dengan debu dan lempung ($< 50 \mu\text{m}$). Tanah tidak dapat menyimpan hara dan air apabila kandungan pasir kuarsanya $> 80\%$. Pasir yang mudah lapuk (vulkanik) yang berwarna gelap tidak termasuk di dalam definisi tersebut. Pengamatan komposisi fraksi dengan kriteria tersebut khusus diberlakukan untuk tanah pasir berwarna keputih-putihan yang jika di raba dengan ibu jari dan telunjuk pada kondisi basah terasa kasar dan relatif tidak liat atau lekat (untuk memperkirakan kadar pasir kuarsitik $> 80\%$). Sedangkan untuk tanah di luar ketentuan di atas tidak diperlukan pengamatan lebih lanjut, dan hanya cukup dengan perabaan (liat, lekat, tidak terasa kasar akibat dominasi pasir).

Komposisi fraksi pasir memegang peranan penting dalam menentukan tata air dalam tanah yang berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan mengikat air oleh tanah. Komposisi yang mengalami peningkatan juga akan meningkatkan kecepatan infiltrasi, tetapi mengurangi kemampuan mengikat air dan aliran permukaan (Suripin, 2001).

2.3.4 Berat Volume

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), berat volume adalah perbandingan berat masa padatan tanah dengan volume tanah serta pori-porinya. Berat volume pada dasarnya dibutuhkan untuk konversi air dalam (% berat) ke dalam kandungan volume (% volume) untuk menghitung porositas tanah. Selain itu, berat isi merupakan indikator tingkat kepadatan tanah dan kemampuan akar tanaman untuk menembus tanah.

Nilai berat volume pada dasarnya dapat bervariasi antara satu titik dengan titik lain yang dapat dipengaruhi oleh tekstur dan bahan organik. Tanah mineral memiliki berat isi 1,1 - 1,8 gram/cm³; tanah biasa 1,3 - 1,5 gram/cm³ dan tanah yang kaya abu vulkan memiliki berat isi < 0,9 gram/cm³.

2.3.5 Porositas Total

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), porositas total tanah adalah presentase ruang pori yang ada dalam tanah terhadap volume tanah. Porositas tanah menggambarkan nisbah volume ruang pori dengan padatan atau disebut nisbah ruang pori (*pore space ratio* (PSR)). Sehingga porositas sangat tergantung pada berat isi dan berat jenis tanah. PSR akan sangat menentukan kandungan air, udara, suhu dan unsur hara, serta ruang akar tanaman. Porositas akan menentukan kemampuan tanah untuk meloloskan air serta kemampuan tanah untuk menyimpan air dan hara.

Volume pori mencakup berbagai ukuran dengan lebar diameter > 10 um, sedang (berdiameter 10 - 0,2 um), dan halus (diameter < 0,2 um). Volume pori tanah menurut peranannya dalam menahan air dapat dibedakan menjadi pori makro dan mikro. Pori makro tidak dapat menahan air, karena air akan diloloskan ke bawah oleh gaya gravitasi. Sedangkan pori mikro merupakan pori yang berukuran kecil dengan membentuk pipa kapiler dan mampu menahan air, sehingga air tersedia bagi tanaman. Porositas ini sangat dipengaruhi oleh butiran tanah, bahan organik dan struktur tanah dalam hal bentuk dan ukuran.

2.3.6 Permeabilitas

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), permeabilitas atau derajat pelulusan air adalah kecepatan air melewati tubuh tanah secara vertikal dengan satuan cm/jam. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian (Djarwanti, 2008). Cepat atau lambatnya permeabilitas sangat ditentukan oleh tekstur tanah. Semakin kasar tekstur tanah semakin cepat perembesan air, sebaliknya tanah dengan tekstur halus perembesan airnya semakin lambat.

2.3.7 Reaksi Tanah (pH)

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), reaksi tanah menunjukkan reaksi masam dan basa di dalam tanah yang dapat mempengaruhi proses di dalam tanah, seperti laju dekomposisi bahan organik, mineral, pembentukan mineral lempung dan secara tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang meliputi ketersediaan unsur hara. Suatu tanah dapat bereaksi asam atau alkalis tergantung pada konsentrasi ion H dan OH. Reaksi asam terbentuk jika ion H lebih besar dibandingkan ion OH dan sebaliknya. Secara kimiawi tanah dikatakan asam jika pH di bawah 6,5, basa atau alkalis dengan pH lebih besar dari 7,5 dan netral dengan pH 6,6 – 7,5.

Reaksi tanah dikenal dengan dua jenis pH yaitu pH aktual dan pH potensial. pH aktual adalah konsentrasi H^+ yang terukur dan cenderung bebas dalam larutan tanah. Sedangkan pH potensial menunjukkan banyaknya ion H^+ baik yang terjerap oleh kompleks koloid tanah maupun yang bebas di dalam larutan tanah. Nilai pH aktual di ukur dengan larutan H_2O , sedangkan pH potensial dengan larutan KCl. Nilai pH tanah dipengaruhi oleh kejenuhan basa tanah, koloid tanah dan macam kation yang terjerap (Rajiman, 2010).

2.3.8 Daya Hantar Listrik

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), nilai daya hantar listrik merupakan pendekatan kualitatif dari kadar ion yang ada di dalam larutan tanah (diluar kompleks serapan tanah). Semakin besar kadar ionik larutan akan semakin besar daya hantar listriknya. DHL dinilai dengan satuan mS/cm atau $\mu S/cm$ pada suhu $25^\circ C$.

Menurut Irham *et. al.* (2006), daya hantar listrik dapat dijadikan parameter dalam menggambarkan kemampuan tanah untuk menghantarkan atau meneruskan listrik dari satu titik ke titik lainnya tanpa media selain tanah. Satuan daya hantar listrik adalah mikro Siemen per centimeter ($\mu S/cm$) atau mikro mho (μmho) dengan konfersi $1 \mu mho = 1 \mu S/cm$. Menurut Rajiman (2010), daya hantar listrik akan mengalami peningkatan jika terjadi penguapan yang lebih tinggi dari hujan, sehingga berakibat terjadinya pengendapan natrium.

2.3.9 Reaksi Reduksi dan Oksidasi

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), redoks adalah suasana oksidasi-reduksi tanah yang berkaitan dengan ketersediaan atau ketidaktersediaan oksigen di dalam tanah. Jika nilai Eh < 200 mV berarti suasana tanah reduktif (tanah di lahan kering), bila nilai Eh > - 100 mV pirit dapat teroksidasi (tanah berpirit di lahan basah), dan bila nilai Eh > 200 mV gambut dapat teroksidasi atau terdegradasi.

Reaksi reduksi dan oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen (O₂) atau disebut dengan kehilangan hidrogen (H⁺), atau peningkatan valensi atau kehilangan elektron (e⁻). Sedangkan reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen atau pengikatan electron (e⁻) (Sutanto, 2009). Tan (1998) menyatakan bahwasannya reaksi oksidasi berkaitan dengan kondisi tanah berdrainase baik. Sedangkan proses reduksi berhubungan dengan kondisi tanah yang berdrainase buruk (apabila terdapat air berlebihan). Fahmi dan Hanudin (2008), menambahkan bahwa nilai redoks yang cenderung tinggi biasanya terdapat pada tanah-tanah yang mempunyai penghawaan atau aerasi baik dan cenderung lebih banyak oksigen dalam larutan tanah sehingga semakin banyak senyawa yang dapat teroksidasi.

2.3.10 Jumlah Mikrobia

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 (2006), jumlah mikroba tanah adalah total populasi mikroba di dalam tanah yang diukur dengan *colony counter*. Secara umum jumlah mikroba normal adalah 10⁷ CFU/gram tanah. Keberadaan mikroba di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah. Keadaan tersebut pada dasarnya banyak menyokong kehidupan berbagai jenis mikroba dari beragam tipe morfologi dan fisiologi. Banyak diantaranya yang telah dikomersialkan seperti mikroba penambat N₂ dari udara, pelarut P, pengendali patogen dan lain-lain.

Berbagai atribut mikroba seperti keragaman jenis, kepadatan populasi, dan laju respirasi menjadi indikator yang potensial untuk menilai kualitas dan kesehatan tanah (Saraswati *et. al.*, 2012). Tanah dikatakan rusak apabila jumlah tersebut < 10² CFU/gram tanah (lahan kering maupun lahan basah).

2.4 Sistem Informasi Geografis

Identifikasi kerusakan tanah didalam analisisnya selalu menggunakan data keruangan. Data keruangan tersebut merupakan data faktor lingkungan yang menjadi penyebab kerusakan tanah seperti jenis tanah, kelerengan, curah hujan, dan penggunaan lahan. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka proses tumpang susun (*overlay*) dan pemberian nilai pada data spasial tersebut dilakukan dengan memanfaatkan komputer yang dalam ilmu kartografi disebut dengan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG).

Menurut Adnyana dan As-syakur (2012), SIG merupakan suatu sistem informasi yang dapat memadukan antara data grafis (spasial) dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (*georeference*). Selain itu, SIG juga dapat menggabungkan, mengatur, dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan keruangan. Secara umum terdapat 2 struktur data didalam sistem informasi geografi yaitu struktur data *raster* dan vektor.

Menurut Aronoff (1989), struktur data *raster* adalah kumpulan dari titik atau ruang (*cells*) yang meliputi suatu permukaan bumi ke dalam kotak yang teratur (*regular grid*). Di dalam struktur data raster atribut obyek secara langsung berhubungan dengan posisi obyek tersebut. Contoh dari struktur data raster adalah data penginderaan jauh seperti potret udara dan citra satelit. Pada struktur data raster masing - masing kotak (*cells*) menunjukkan luasan dari permukaan lahan. Struktur data vektor menampilkan kenampakan dengan tingkat ketelitian posisi yang jauh lebih tinggi dibanding data *raster*. Di dalam menggambarkan obyek, struktur data vektor menggunakan titik, garis, dan poligon.

2.5 Interpolasi dalam Sistem Informasi Geografis

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam mengetahui sebaran nilai dari tiap-tiap titik survei yang tergolong rusak sangat tepat untuk digunakan. Berbagai teknik dalam SIG sangat potensial untuk digunakan dalam analisa sebaran nilai-nilai kerusakan dari tiap-tiap parameter kerusakan baik parameter

fisik, kimia dan biologi (Pramono, 2008). Salah satu teknik yang sering digunakan adalah teknik interpolasi. Interpolasi adalah suatu metode atau fungsi matematika yang menduga nilai pada lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa atribut data bersifat kontinyu di dalam ruang dan atribut ini saling berhubungan secara spasial (Hadi, 2013).

Kedua asumsi tersebut menunjukkan bahwa pendugaan atribut data dapat dilakukan berdasarkan lokasi-lokasi di sekitarnya dan nilai pada titik-titik yang berdekatan akan lebih mirip dari pada nilai pada titik yang terpisah lebih jauh. Berbagai teknik interpolasi yang terpopuler dapat dijumpai dalam SIG diantaranya metode *kriging*, *Inverse Distance Weighted* (IDW), dan *splines*. Setiap metode tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga jika diterapkan pada daerah yang sama akan diperoleh hasil interpolasi yang berbeda. Berikut adalah pengertian dari tiga metode interpolasi di atas :

2.5.1 *Kriging*

Metode *Kriging* adalah estimasi *stochastic* yang mirip dengan *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode tersebut menggunakan kombinasi *linear* dari *weight* untuk memperkirakan nilai diantara sampel data. Metode ini ditemukan oleh D.L. Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang. Asumsi dari metode ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial yang penting dalam hasil interpolasi (ESRI, 2003). Metode ini sangat tepat digunakan bila kita mengetahui korelasi spasial jarak dan orientasi dari data. Oleh karena itu, metode ini sering digunakan dalam bidang ketanahan dan geologi. Kelemahan dari metode ini adalah tidak dapat menampilkan puncak, lembah atau nilai yang berubah drastis dalam jarak yang dekat (Pramono,2008).

2.5.2 *Inverse Distance Weighted* (IDW)

Metode *Inverse Distance Weighted* merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat dari pada yang lebih jauh. Metode ini memiliki asumsi bahwa setiap titik *input* mempunyai pengaruh yang bersifat local dan berkurang terhadap jarak. Metode IDW pada

umumnya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang diperoleh dari persamaan matematik. Nilai *power* pada interpolasi IDW ini menentukan pengaruh terhadap titik-titik masukan (*input*), yang pengaruhnya akan lebih besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Jika nilai *power* diperbesar berarti nilai keluaran (*output*) sel menjadi lebih terlokalisasi dan memiliki nilai rata-rata yang rendah (Merwade *et. al.*, 2006).

Penurunan nilai *power* akan memberikan keluaran dengan rata-rata yang besar karena akan memberikan pengaruh untuk area yang lebih luas. Jika nilai *power* diperkecil, maka akan dihasilkan permukaan yang lebih halus. Bobot yang digunakan untuk rata-rata adalah turunan fungsi jarak antara titik sampel dan titik yang di interpolasi (Merwade *et. al.*, 2006). Fungsi umum pembobotan adalah *inverse* dari kuadrat jarak, dan persamaan ini digunakan pada metode IDW yang dirumuskan dalam formula berikut (Azpurua dan Ramos, 2010):

$$Z = \sum_{i=1}^N w_i Z_i$$

Berdasarkan rumus tersebut dapat dijelaskan bahwa Z_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) merupakan nilai ketinggian data yang ingin diinterpolasi sejumlah N titik, dan bobot (*weight*) w_i yang dirumuskan sebagai:

$$w_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=0}^n h_j^{-p}}$$

p adalah nilai positif yang dapat diubah-ubah yang disebut dengan parameter *power* (biasanya bernilai 2) dan h_j merupakan jarak dari sebaran titik ke titik interpolasi yang dijabarkan sebagai:

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

(x, y) adalah koordinat titik interpolasi dan (x_i, y_i) adalah koordinat untuk setiap sebaran titik. Fungsi peubah *weight* bervariasi untuk keseluruhan data sebaran titik sampai pada nilai yang mendekati nol dimana jarak bertambah terhadap sebaran titik.

Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat di control dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam

proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari titik sampel dan yang diperkirakan memiliki korelasi spasial yang kecil atau bahkan tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari perhitungan. Kelemahan dari interpolasi IDW adalah tidak dapat mengestimasi nilai di atas nilai maksimum dan di bawah nilai minimum dari titik sampel (Pramono, 2008).

2.5.3 *Natural Neighbor*

Metode interpolasi natural neighbor bekerja dengan mencari titik-titik yang berdekatan dengan titik sampel dan mengaplikasikan bobot (*weight*) pada titik-titik tersebut (Sibson, 1981). Sifat dasar dari metode ini adalah lokal, dimana hanya menggunakan sampel yang berada disekitar titik yang ingin diinterpolasi dan hasil yang diperoleh akan mirip dengan ketinggian titik sampel yang digunakan sebagai nilai masukan proses interpolasi.

2.5.4 *Splines*

Metode *Spline* merupakan metode yang mengestimasi nilai dengan menggunakan fungsi matematik yang meminimalisir total kelengkungan permukaan (Binh dan Thuy, 2008; Childs, 2004). Efek *stretching* yang dimiliki Spline sangat berguna jika kita ingin memperkirakan nilai di bawah nilai minimum dan nilai di atas nilai maksimum yang mungkin ditemukan dalam data set yang digunakan. Hal tersebut membuat metode interpolasi *Spline* menjadi baik untuk mengestimasi nilai rendah dan tinggi yang tidak terdapat pada sampel data.

Kelebihan dari metode *Spline* adalah kemampuan untuk menghasilkan akurasi permukaan yang cukup baik walaupun data yang digunakan hanya sedikit. Metode ini baik digunakan dalam membuat permukaan seperti ketinggian permukaan bumi, ketinggian muka air tanah, atau konsentrasi polusi udara. Namun, metode ini kurang baik jika diaplikasikan untuk situasi dimana terdapat perbedaan nilai yang signifikan pada jarak yang sangat dekat (Sibson, 1981). Kekurangan dari metode *Spline* adalah ketika titik-titik sampel yang berdekatan memiliki perbedaan nilai yang sangat besar, metode Spline tidak dapat bekerja dengan baik. Hal tersebut disebabkan karena metode *Spline* menggunakan

perhitungan *slope* yang berubah berdasarkan jarak untuk memperkirakan bentuk di permukaan. Sehingga untuk kasus tertentu sebaiknya digunakan interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) yang mampu menginterpolasi nilai dengan perbedaan ketinggian yang cukup besar. Terdapat dua jenis metode dalam interpolasi Spline, yaitu tipe *Regularized Spline* dan tipe *Tension Spline* (Mitas dan Mitsova, 1988):

2.5.4.1 *Regularized Spline*

Tipe ini memodifikasi kriteria minimum sehingga turunan ketiga digabungkan menjadi kriteria minimum. Parameter spesifik *weight* menentukan bobot yang diambil dari turunan ketiga selama proses minimalisasi, disebut sebagai τ (*tau*). Besarnya nilai *tau* menentukan kemulusan permukaan. Nilai *tau* atau *weight* yang tinggi akan menghasilkan nilai permukaan yang halus. Nilai parameter ini harus lebih besar atau sama dengan nol. Biasanya nilai yang digunakan adalah 0; 0,001; 0,01; 0,1 dan 0,5.

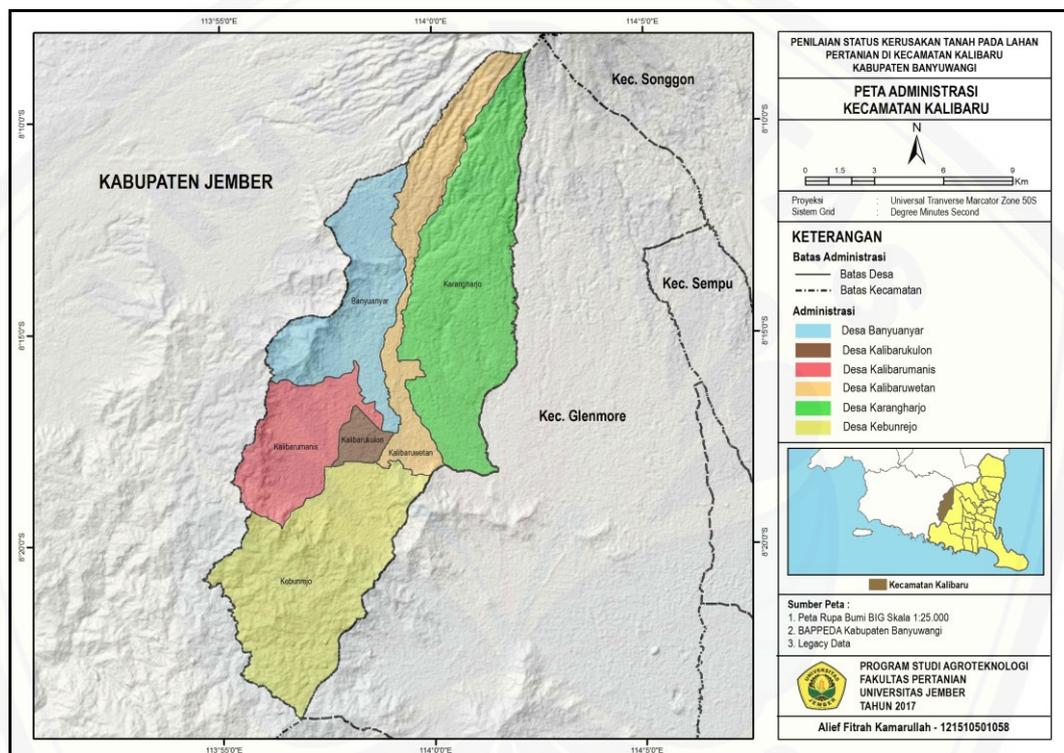
2.5.4.2 *Tension Spline*

Tipe ini memodifikasi kriteria minimum sehingga turunan pertama digabungkan ke dalam kriteria minimum. Parameter spesifik *weight* menentukan bobot yang diambil dari turunan ketiga selama proses minimalisasi, disebut sebagai ϕ (*phi*). Semakin besar nilai *weight*, hasil permukaanya akan lebih kasar. Nilai masukan parameter ini harus lebih besar atau sama dengan nol. Nilai yang biasa digunakan adalah 0, 1, 5 dan 10.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari - April 2017 di wilayah Kecamatan Kalibaru, Kabupaten Banyuwangi. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah dan Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.



Gambar 3.1 Peta Administrasi Kecamatan Kalibaru

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

1. Contoh tanah untuk analisis laboratorium yang diambil di daerah penelitian
2. Peta curah hujan, peta jenis tanah (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 2013), peta kelerenghan GDEM ASTER 30 m (USGS, 2016), peta tutupan lahan (Kementerian Kehutanan, 2013) Skala 1:150.000 dan peta Rupa Bumi BIG Lembar Banyuwangi Skala 1:25.000 (BAPPEDA Kabupaten Banyuwangi).
3. Bahan-bahan untuk analisis contoh tanah di laboratorium.

3.2.2 Alat

1. Bor tanah, ring sampel, pisau lapang, scrup (lempak), meteran, label, plastik sampel dan spidol.
2. GPS (*Global Positioning System*) untuk penentuan koordinat pengambilan contoh tanah.
3. Alat-alat analisa laboratorium, laptop dan *Software* ArcGIS 10.4

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah survei deskriptif dengan menggunakan data sekunder berupa peta-peta tematik untuk mengetahui potensi kerusakan tanah, data lapang dan data hasil analisis laboratorium untuk mengetahui status kerusakan tanah. Secara garis besar penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, meliputi:

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Survei
3. Pengamatan dan Pengambilan Contoh Tanah
4. Analisis Laboratorium
5. Analisis Data
6. Interpretasi Data

3.3.1 Tahap Persiapan

3.3.1.1 Penyediaan Bahan Peta

1. Peta Rupa Bumi Indonesia

Peta dasar digital Rupa Bumi BIG Lembar Banyuwangi Skala 1:25.000 (BAPPEDA Kabupaten Banyuwangi) digunakan sebagai peta dasar (*base map*) untuk penentuan batas-batas administrasi. Peta batas wilayah ini selanjutnya dapat ditumpang susunkan (*overlay*) ke peta dasar.

2. Peta Curah Hujan

Peta curah hujan diperoleh berdasarkan data curah hujan rata-rata tahun 2011-2015. Data tersebut dikumpulkan dari beberapa stasiun pengamatan iklim

atau pencatat curah hujan yang ada di dalam wilayah kabupaten Banyuwangi (BMKG Kabupaten Banyuwangi). Data curah hujan tersebut kemudian dilakukan interpolasi dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*) menggunakan *software* ArcGIS 10.4. Tujuan interpolasi tersebut adalah untuk mengetahui sebara hujan dari tiap-tiap titik pengamatan stasiun hujan di Kabupaten Banyuwangi. Selanjutnya hasil interpolasi di reklasifikasi sesuai Pedoman Teknis Penyusunan Peta Status Kerusakan Tanah dari Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2006.

3. Peta Kelerengan

Peta kelas kelerengan diperoleh dari data GDEM (*Global Digital Elevation Model*) ASTER (*Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer*) versi 2.0, *pixel size*: 1 arc-second (30 m), dengan tingkat ketelitian sebesar 30 meter tiap pixelnya (U.S. Geospatial Survey, 2016). Data GDEM ASTER tersebut kemudian di proses menggunakan *software* ArcGIS 10.4 pada fitur *spatial analyst (slope)*. Reklasifikasi kelas kelerengan disesuaikan dengan Pedoman Teknis Penyusunan Peta Status Kerusakan Tanah dari Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2006.

4. Peta Penggunaan Lahan

Peta penggunaan lahan diperoleh dari hasil georeferensi dan digitasi ulang peta tutupan lahan (*land cover*) dari Kementerian Kehutanan Tahun 2013 (Penafsiran Citra Satelit *Landsat 7 ETM+* Liputan Tahun 2012). Selanjutnya peta hasil georeferensi dan digitasi ulang tersebut dilakukan pencocokan kembali dengan peta penggunaan lahan dari data warisan (*legacy data*) dari BAPPEDA Kabupaten Banyuwangi.

5. Peta Jenis Tanah

Peta jenis tanah diperoleh dari hasil georeferensi dan digitasi ulang peta sumberdaya tanah eksplorasi yang diperoleh dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat terbitan Tahun 2000. Hasil digitasi tersebut kemudian dilakukan

pencocokan dengan data survei tanah Tahun 2013 dan peta tanah warisan (*legacy data*) dari BAPPEDA Kabupaten Banyuwangi.

3.3.1.2 Pembuatan Peta Kerja

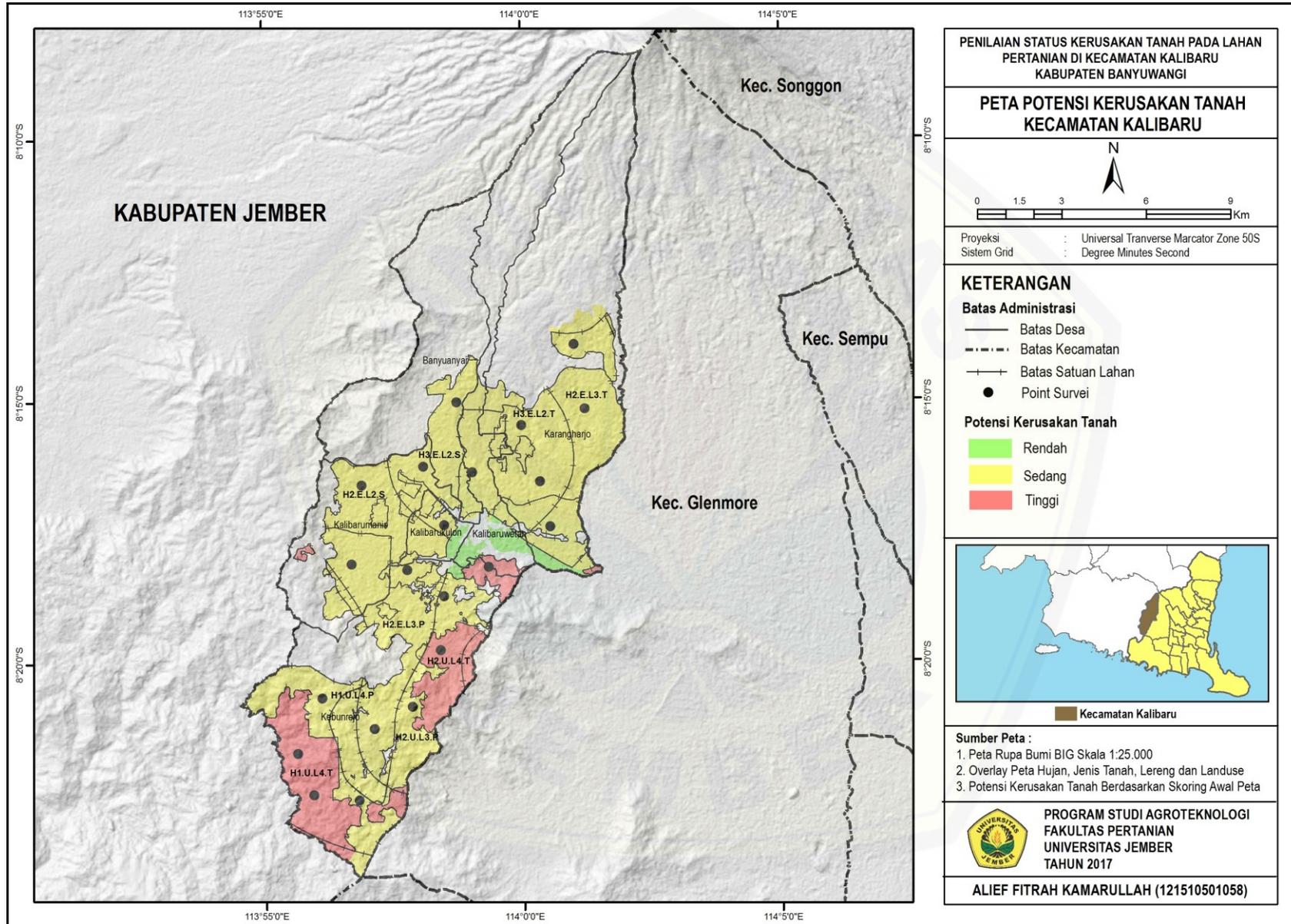
Peta kerja disini merupakan peta satuan lahan yang pembuatannya bertujuan untuk penentuan titik pengamatan dan pengambilan contoh tanah. Kegiatan pembuatan peta satuan lahan tersebut didasarkan pada pedoman kriteria status kerusakan tanah yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 150 Tahun 2000. Berdasarkan hasil *overlay* peta jenis tanah, peta kelerengan, peta penggunaan lahan pertanian dan peta curah hujan, yang sebelumnya dilakukan skoring awal pada tiap-tiap peta tematik tersebut agar diketahui potensi kerusakannya sebagai pedoman penentuan titik survei.

Selanjutnya hasil skoring dan *overlay* di dapatkan peta potensi kerusakan tanah dengan 9 satuan lahan. Jumlah titik pengamatan berdasarkan peta satuan lahan yang telah dibuat yaitu sebanyak 21 titik yang tersebar secara proporsional dalam poligon satuan lahan sesuai peta skala tinjau dengan jumlah pengamatan rata-rata 5 sampai 10 kali (pemboran) setiap 10 km² (10.000 ha). Karakteristik masing-masing satuan peta lahan hasil *overlay* disajikan pada Tabel 3.1. Sedangkan untuk sebaran spasialnya disajikan pada Gambar 3.2.

Tabel 3.1 Karakteristik Satuan Lahan

| Kode SPL | Luas (ha) | Karakteristik Satuan Lahan | | | | Potensi Rusak |
|-----------|-----------|----------------------------|-------------|------------|------------|---------------|
| | | Curah Hujan | Jenis Tanah | Lereng (%) | Landuse | |
| H1.U.L4.T | 1096,67 | 2,272 - 2,470 | Ultisols | 26 - 40 | Tegalan | Tinggi |
| H2.U.L4.T | 652,24 | 2,470 - 2,668 | Ultisols | 26 - 40 | Tegalan | Tinggi |
| H2.E.L3.T | 958,84 | 2,470 - 2,668 | Entisols | 16 - 25 | Tegalan | Sedang |
| H3.E.L2.T | 1339,29 | 2,668 - 2,866 | Entisols | 9 - 15 | Tegalan | Tinggi |
| H2.E.L3.P | 1554,00 | 2,470 - 2,668 | Entisols | 26 - 40 | Perkebunan | Sedang |
| H1.U.L4.P | 793,88 | 2,272 - 2,470 | Ultisols | 26 - 40 | Perkebunan | Sedang |
| H2.U.L3.P | 653,28 | 2,470 - 2,668 | Ultisols | 16 - 25 | Perkebunan | Sedang |
| H2.E.L2.S | 1057,97 | 2,470 - 2,668 | Entisols | 9 - 15 | Sawah | Sedang |
| H3.E.L2.S | 1216,91 | 2,668 - 2,866 | Entisols | 9 - 15 | Sawah | Sedang |

Keterangan: 1. Curah Hujan : H1 = 2,272-2,470; H2 = 2,470-2,668; H3 = 2,668-2,886
 2. Jenis Tanah : U = Ultisols; E = Entisols
 3. Lereng : L2 = 9-15%; L3 = 16-25%; L4 = 26-40%
 4. Landuse : T = Tegalan; P = Perkebunan; S = Sawah



Gambar 3.2 Peta Potensi Kerusakan Tanah Kecamatan Kalibaru

3.3.2 Tahap Survei

Survei lapang bertujuan untuk melakukan pengamatan secara visual di lapangan dan mengumpulkan informasi pendukung untuk mengetahui kondisi wilayah sebelum pengambilan data dan mencocokkan peta satuan lahan pertanian yang telah dibuat dengan kondisi sebelumnya di tempat penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan verifikasi titik lokasi pengambilan contoh tanah yang telah dibuat sebelumnya di peta satuan lahan.

3.3.3 Pengamatan dan Pengambilan Contoh Tanah

3.3.3.1 Pengamatan Biofisik Lahan

Pengamatan biofisik lahan, antara lain: koordinat lokasi, solum, lereng, penggunaan lahan beserta vegetasinya. Pengamatan koordinat lokasi dilakukan dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Kedalaman tanah efektif diperoleh dari pengamatan profil tanah atau kedalaman perairan seperti sungai atau sumur di wilayah penelitian. Pengukurannya sendiri dimulai dari lapisan atas sampai lapisan padas atau batuan (akar dianggap tidak akan dapat menembus masuk ke dalam).

3.3.3.2 Pengukuran Parameter Lapangan

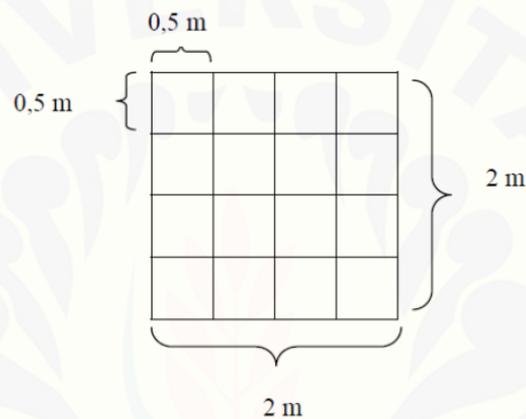
1. Ketebalan Solum

Pengukuran ketebalan solum dilakukan secara langsung pada profil tanah atau keprasan di lapangan yang mewakili satuan peta lahan dengan menggunakan meteran, mulai dari permukaan tanah sampai ke lapisan pembatas sistem perakaran. Pengukuran dilakukan dengan membuat liang persegi empat ukuran panjang 200 cm, lebar 100 cm dan kedalaman hingga lapisan pembatas, maksimum 180 cm. Pengukuran ketebalan solum mengacu pada kebutuhan minimum perakaran untuk dapat berkembang dengan baik (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2006).

2. Kebatuan Permukaan

Pengukuran kebatuan permukaan dapat dilakukan dengan langkah:

- Membuat petak ukur (*sampling area*) dengan ukuran 2 m x 2 m, kemudian petak tersebut dibagi menjadi 16 bagian dengan ukuran 0,5 m x 0,5 m untuk memudahkan pengukuran;
- Menghitung persentase luas sebaran batuan yang ada dalam petak-petak kecil tersebut dan jumlahkan, kemudian bagi dengan jumlah kotak yang ada (16 kotak).
- Melakukan pengukuran seperti di atas pada 3 tempat yang berbeda dan mewakili satuan peta lahan, kemudian hasilnya di rata-rata.



Gambar 3.3 Contoh Petak Pengamatan Kebatuan Permukaan

3.3.3.3 Pengambilan Contoh Tanah

Penentuan lokasi pengambilan contoh tanah dilakukan secara *Purposive Random Sampling*. Pengambilan contoh tanah ditetapkan berdasarkan potensi kerusakan sedang sampai tinggi yang dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

- Contoh tanah terusik, menggunakan bor tanah dengan kedalaman 0-25 cm. Pengambilan contoh tanah terusik dilakukan untuk kegiatan analisis porositas, tekstur, pengukuran pH (H_2O), redoks, daya hantar listrik, dan jumlah mikroba.
- Contoh tanah tidak terusik, menggunakan ring sampel untuk pengukuran permeabilitas dan berat volume.

3.3.4 Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium didasarkan pada kriteria baku kerusakan tanah. Ambang kritis dari masing-masing parameter disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Baku Kerusakan Tanah

| No. | Parameter | Ambang Kritis |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. | Ketebalan solum | < 20 cm |
| 2. | Kebatuan permukaan | < 40 % |
| 3. | Komposisi fraksi | < 18 % koloid; 80 % pasir kuarsitik |
| 4. | Berat volume | > 1,4 g/cm ³ |
| 5. | Porositas total | < 30 %; > 70 % |
| 6. | Derajat pelulusan air | < 0,7 cm/jam; > 8,0 cm/jam |
| 7. | pH (H ₂ O) 1 : 2,5 | < 4,5; > 8,5 |
| 8. | Daya hantar listrik (DHL) | > 4,0 mS/cm |
| 9. | Redoks | < 200 mV |
| 10. | Jumlah mikroba | < 10 ² CFU/g tanah |

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2006)

Kegiatan analisis tanah dilakukan dalam beberapa bagian analisis, yaitu analisis fisika tanah, kimia tanah dan biologi tanah:

3.3.4.1 Analisa Fisika Tanah

1. Berat volume tanah dengan metode silinder
2. Berat jenis partikel (BJP) tanah dengan metode *picnometer*
3. Tekstur tanah dengan metode pipet
4. Porositas dengan metode perbandingan berat volume dengan berat jenis
5. Permeabilitas dengan metode *Constant Head Permeameter*

3.3.4.2 Analisis Kimia Tanah

1. pH tanah dengan metode pH meter.
2. Daya hantar listrik (DHL) dengan metode *Electric Conductivity* (EC meter)
3. Redoks dengan metode pH meter dan elektroda platina

3.3.4.3 Analisis Biologi Tanah

1. Jumlah mikroba dengan metode cawan

3.3.5 Analisis Data

3.3.5.1 Penilaian Potensi Kerusakan Tanah

Potensi kerusakan tanah diduga dengan melakukan pengelompokkan terhadap akumulasi skor pembobotan (*weighting*) yaitu hasil kali nilai skor dengan bobot masing-masing peta tematik. Penilaian ini dilakukan pada poligon-

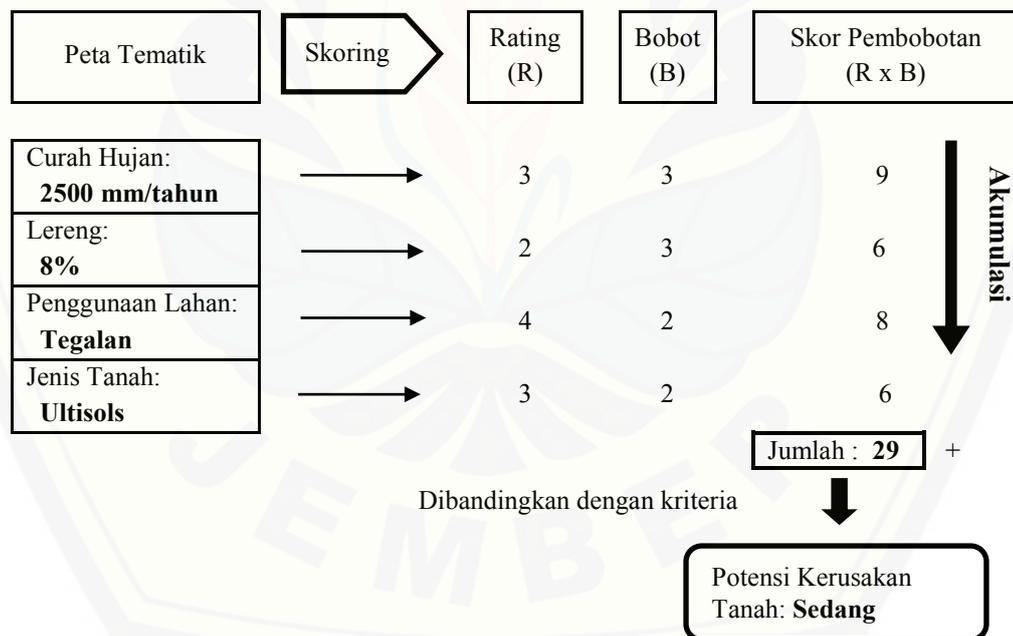
poligon hasil *overlay*. Nilai skoring potensi kerusakan tanah didapat dari hasil perkalian nilai rating dengan nilai bobot masing-masing peta tematik.

Nilai rating di tetapkan dari 1-5, sedangkan nilai bobot didasarkan pada akurasi dari masing-masing informasi peta tematik. Peta jenis tanah dan penggunaan lahan diberi nilai bobot dua (2), sedangkan peta kelerenghan dan curah hujan diberi bobot tiga (3) (Lampiran 1). Berikut tabel pembagian kelas poteksi kerusakan tanah berdasarkan nilai skor:

Tabel 3.3 Kriteria Pembagian Kelas Potensi Kerusakan Tanah

| Simbol | Potensi Kerusakan Tanah | Skor Pembobotan |
|--------|-------------------------|-----------------|
| PR.I | Sangat Rendah | < 15 |
| PR.II | Rendah | 15-24 |
| PR.III | Sedang | 25-34 |
| PR.IV | Tinggi | 35-44 |
| PR.V | Sangat Tinggi | 45-50 |

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2006)



Gambar 3.4 Skema Penilaian Potensi Kerusakan Tanah

3.3.5.2 Penetapan Status Kerusakan Tanah

Status kerusakan tanah ditetapkan berdasarkan dua tahapan evaluasi, yaitu *matching* dan skoring frekuensi relatif tanah rusak hasil pengukuran tiap-tiap parameter kerusakan tanah.

1. Metode *Matching*

Metode *matching* adalah membandingkan antara data parameter-parameter kerusakan tanah yang terukur dengan kriteria baku kerusakan tanah. *Matching* dilakukan pada setiap titik pengamatan, yang dikelompokkan ke dalam tanah yang tergolong rusak (R) atau tidak rusak (N).

2. Metode Skoring dari Frekuensi Relatif Kerusakan Tanah

Metode skoring dilakukan dengan mempertimbangkan frekuensi relatif tanah yang tergolong rusak dalam satu poligon, berdasarkan rumus:

$$\text{Frekuensi Relatif (\%)} = \frac{\sum \text{Contoh Tanah Rusak (Pengukuran Parameter)}}{\sum \text{Titik Survei dalam Poligon}} \times 100$$

Skor kerusakan tanah berdasarkan frekuensi relatif (%) disajikan pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Skor Kerusakan Tanah Berdasarkan Frekuensi Relatif

| Frekuensi Relatif Kerusakan Tanah (%) | Skor | Status Kerusakan Tanah |
|---------------------------------------|------|------------------------|
| 0-10 % | 0 | Tidak Rusak |
| 11-25 % | 1 | Rusak Ringan |
| 26-50 % | 2 | Rusak Sedang |
| 51-75 % | 3 | Rusak Berat |
| 76-100 % | 4 | Rusak Sangat Berat |

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2006)

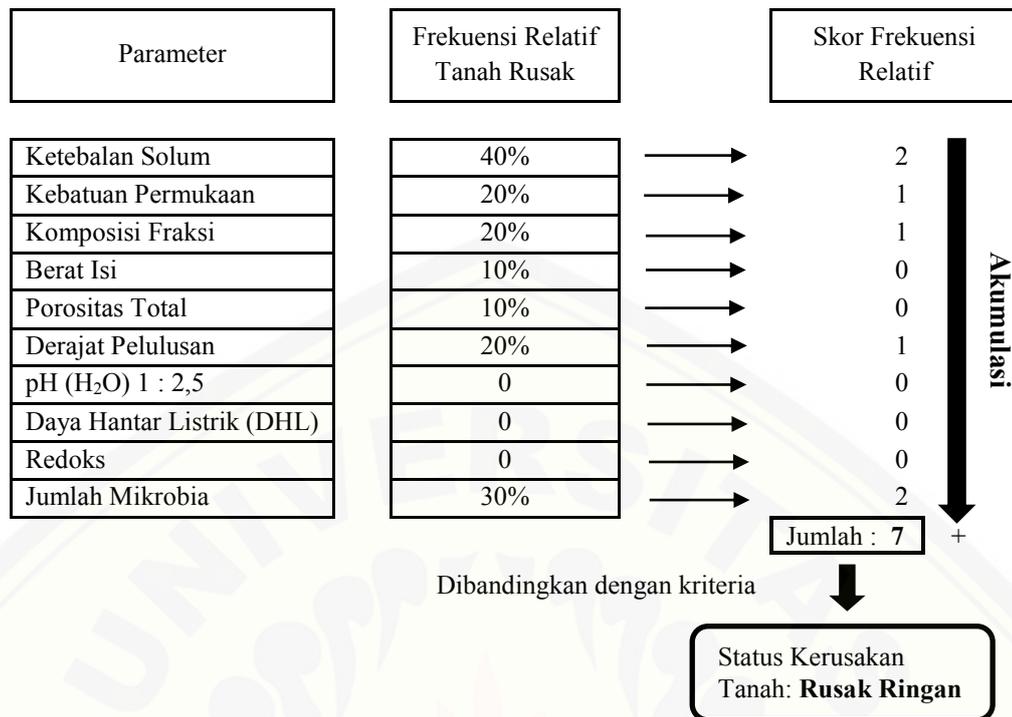
3. Status Kerusakan Tanah

Status kerusakan tanah ditetapkan melalui perhitungan frekuensi relatif (%) dari setiap parameter kerusakan tanah yang kemudian diketahui nilai skor frekuensi relatifnya (Tabel 3.4). Selanjutnya dilakukan penjumlahan skor frekuensi relatif dan di cocokan dengan tabel status kerusakan tanah (Tabel 3.5):

Tabel 3.5 Status Kerusakan Tanah Berdasarkan Nilai Akumulasi Skor

| Simbol | Status Kerusakan Tanah | Akumulasi Skor |
|--------|------------------------|----------------|
| N | Tidak Rusak | 0 |
| R.I | Rusak Ringan | 1-14 |
| R.II | Rusak Sedang | 15-24 |
| R.III | Rusak Berat | 25-34 |
| R.IV | Rusak Sangat Berat | 35-40 |

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2006)



Gambar 3.5 Skema Penilaian Status Kerusakan Tanah

3.3.5.3 Pengolahan Data Parameter Kerusakan Tanah

1. Pengolahan Data

Pengolahan data sebaran parameter yang masuk kategori rusak pada penelitian ini dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.4. Tahapan dalam pengolahan data ini meliputi:

1. Memasukkan data titik koordinat terluar daerah penelitian dan titik pengambilan contoh tanah.
2. Memasukkan nilai parameter dari sifat-sifat tanah hasil analisis laboratorium.
3. Proses interpolasi sebaran nilai parameter sifat-sifat tanah hasil analisis laboratorium menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*).

2. Penggunaan RMSE (*Root Mean Squares Error*)

RMSE merupakan analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui sebaran nilai sifat-sifat hasil analisis laboratorium tersebut apakah sudah cukup baik atau belum. Semakin kecil nilai RMSE maka semakin akurat nilai sebaran tersebut yang dapat diterapkan menggunakan teknik interpolasi *Inverse Distance*

Weighted (IDW). Jadi, diperlukan penggunaan RMSE dengan bertujuan untuk mengetahui tingkat kesalahan atau *error* dari data hasil sebaran tersebut. Menurut Lesmana (2009), kriteria-kriteria statistik dari RMSE yaitu:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - a_i)^2}{n}}$$

Keterangan:

p_i = Nilai hasil simulasi dasar dari variabel observasi

a_i = Nilai aktual variabel observasi

n = Jumlah observasi

3.3.6 Interpretasi Data

3.3.6.1 Layout Peta

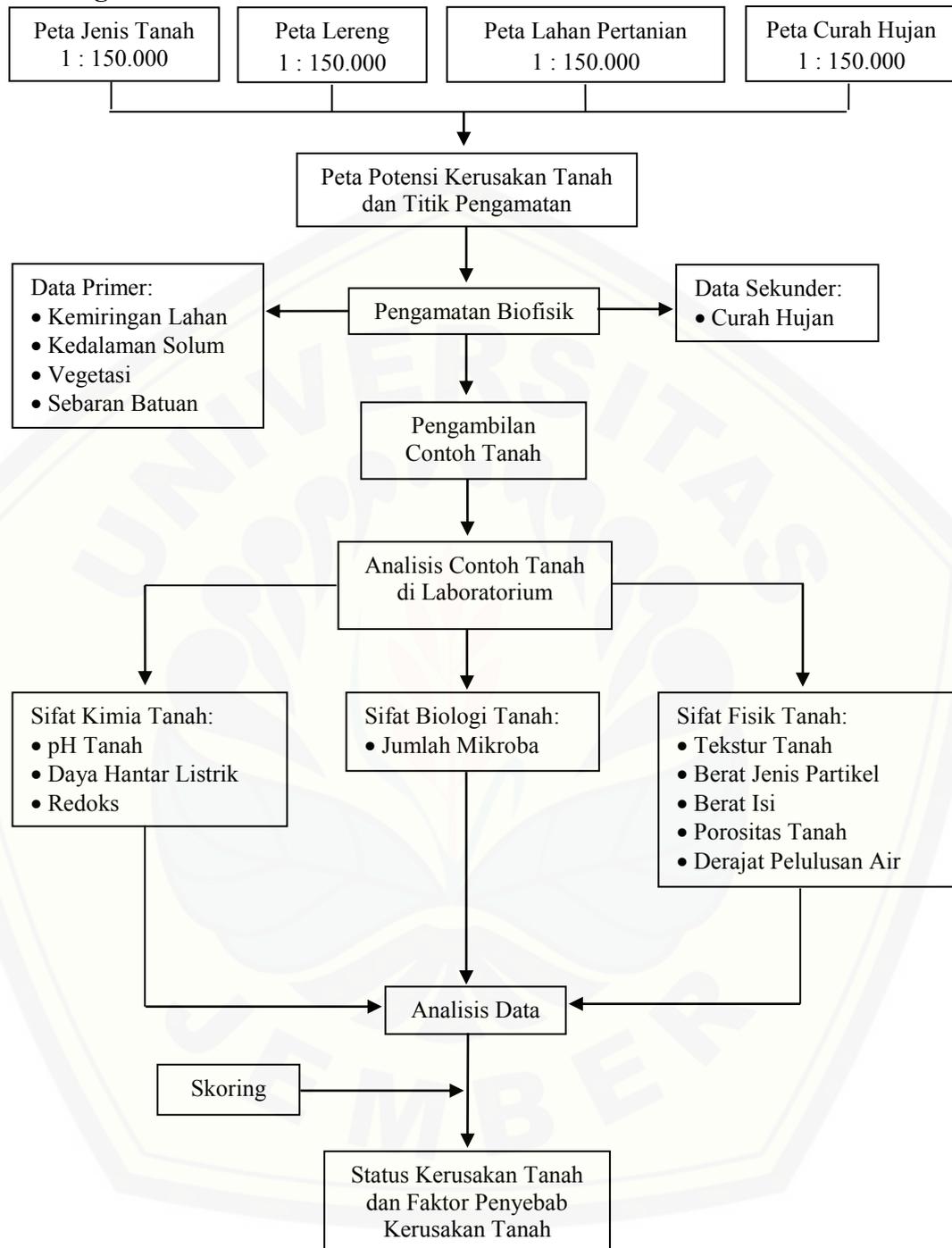
Hasil interpretasi data tersebut kemudian disajikan secara sistematis berupa peta (*layout*) sebaran kerusakan tanah dan faktor penyebab kerusakannya pada poligon-poligon hasil tumpang susun (*overlay*) yang dicirikan dengan perbedaan warna pada tiap-tiap nilai atau faktor penyebab kerusakannya. Sistem proyeksi peta menggunakan UTM (*Universal Transverse Mercator*), datum horizontal WGS (*World Geodetic System*) 1984 Zone UTM 50S. Sedangkan grid peta menggunakan *Degree Minutes Seconds*.

3.3.6.2 Hillshade

Hillshade merupakan efek 3D yang diperoleh dari hasil analisis data raster (GDEM ASTER 30 m) berupa ketinggian. Sudut pandang *hillshade* didasarkan pada *Azimuth* dan *Altitude*. *Azimuth* adalah sudut putar sinar matahari dari barat ke timur, sedangkan *Altitude* merupakan ketinggian penyinaran matahari terhadap objek di Bumi. Pembuatan *hillshade* terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

1. Masuk fitur *3D Analyst Tools, Raster Surface* kemudian *Hillshade*
2. Input raster GDEM ASTER 30 m, isikan *Azimuth* 1-360 dan *Altitude* 1-90
3. Modifikasi *hillshade* pada *properties* dengan memilih *simbology*
4. *Overlay hillshade* dengan poligon potensi, status dan parameter kerusakan tanah.

3.4 Diagram Alir



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Status kerusakan tanah pada lahan pertanian di Kecamatan Kalibaru masuk dalam kategori status kerusakan ringan (R.I) dengan faktor pembatas komposisi fraksi, porositas total, permeabilitas dan redoks.
2. Status kerusakan tanah dengan faktor pembatas komposisi fraksi, porositas, permeabilitas dan redoks (f,v,p,r) seluas 1.096,68 ha (11,76%); faktor pembatas porositas, permeabilitas dan redoks (v,p,r) seluas 3.165,98 ha (33,95); faktor pembatas permeabilitas dan redoks (p,r) seluas 793,87 ha (8,52%) dan faktor pembatas redoks (r) seluas 4.267,46 ha (45,77%).
3. Arahan konservasi yang dapat di tempuh, antara lain: budidaya lorong, tanaman penutup tanah, teras kebun, teras individu, rorak, pengelolaan tata air, pengapuran dan aplikasi bahan organik.

5.2 Saran

1. Peningkatan skala survei ke tingkat detail perlu dilakukan supaya sebaran data dapat hasil analisis benar-benar menggambarkan keadaan sebenarnya di lapangan.
2. Perlunya evaluasi kriteria penilaian status kerusakan tanah pada tiap-tiap parameter yang menjadi kriteria baku kerusakan tanah baik pada lahan kering atau pun lahan basah, apakah sudah sesuai dengan kajian pada ilmu tanah baik dalam segi metode analisis, tingkatan survei, pengambilan contoh dan terutama pada interpretasi data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarim, M. N. A., Sariffuddin dan S. Y. Ardiansyah. 2015. Penilaian dan Pemetaan Kerusakan Lahan untuk Produksi Biomassa di Kecamatan Mijen, Kota Semarang. *CoUSD Proceedings*, 15-29.
- Adnyana, I. W. Sandi dan A. R. As-syakur. 2012. Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) Berbasis Data Raster Untuk Pengkelasan Kemampuan Lahan di Provinsi Bali dengan Metode Nilai Piksel Pembeda. *Manusia dan Lingkungan*, 19 (1) : 21-29.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information System Managemen Perspective*. WDL Publication. Ottawa-Canada.
- Arsyad, S. 2000. Pengawetan Tanah dan Air. Bogor : Departemen Ilmu-Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB Press.
- Azpurua, M dan K. D. Ramos. 2010. A Comparizon of Spatial Interpolation Methods for Estimation of Average Electromagnetic Field Magnitude. *Progress in Electromagnetics Research*, 14 (1) 135-145.
- Binh, T. Q dan N. T. Thuy. 2008. Assessment of Influence of Interpolation Techniques on The Accuracy of Digital Elevation Model. *Sciences*, 24 (1) : 176-183.
- Blake, G. R. 1986. *Particel Density P. 377-382. In: Methods of Soil Analipsis. Part 1. Second ed.* Agron 9 Am. Soe. Of Argon. Madison, W1.
- Breemen, N. V. dan P. Buurman. 2002. *Soil Formation, 2nd Edition*. Dordrecht, USA : Kluwer Academic Publisher.
- Childs, C. 2004. *Interpolating Surface in ArcGIS Spatial Analyst*. ESRI Educations Services.
- De Fretes, P. L., R. W. Zobel dan V. A. Sneder, 1996. A Method for Studying the Effect of Soil Aggregate Size and Density. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 60 (1) : 288-290.
- Duckworth, O. W., S. J. M. Holmstrom., J. Pena dan G. Sposito. 2009. Biogeochemistry of Iron Oxidation in Circumneutral Freshwater Habitat. *Chemical Geology*, 260 (1) : 149-158.

- ESRI. 2003. *ArcGIS 9 : Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. United States of America : ESRI.
- Fahmi, A dan E. Hainudin. 2008. Pengaruh Kondisi Redoks terhadap Stabilitas Kompleks Organik-Besi pada Tanah Sulfat Masam. *Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 8 (1) : 49-55.
- Hadi, B. S. 2013. Metode Interpolasi Spasial dalam Studi Geografi (Ulasan Singkat dan Contoh Aplikasinya). *Geomedia*, 11 (2) : 231-240.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Harjadi, B. 2009. Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Forum Geografi*, 23 (2) : 139-152.
- Irham, M. N., R. T. Achmad dan S. Widodo. 2006. Pemetaan Sebaran Air Tanah Asin pada Aquifer Dalam di Wilayah Semarang Bawah. *Berkala Fisika*, 9 (3) : 137-143.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2006 Tentang Tata Cara Pengukuran Kriteria Baku Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa*.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Pedoman Teknis Penyusunan Peta Status Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa*. Jakarta.
- Kurnia, Undang., A. Rachman dan A. Dariah. 2004. *Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Kurnia, Undang., F. Agus., A. Adimihardja dan A. Dariah. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Lesmana, B. 2009. *Kajian Sebaran Beberapa Sifat-sifat Kimia Tanah dengan Sistem Informasi Geografis*. Jember : Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Lindsay, W. L. 1979. *Chemical Equilibria in Soils*. New York : JW & Sons.

- Liu, Z. Guang. 1985. *Physical Chemistry of Paddy Soils*. Yu Tian-Ren (edited). Beijing : Science Press.
- Maas, A. 2003. *Peluang dan Konsekuensi Pemanfaatan Lahan Rawa pada Masa Mendatang*. Yogyakarta : Makalah Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Merwade, V. M., D. R. Maidment dan J. A. Golff. 2006. Anisotropic Considerations while Interpolating River Channel Bathymetry. *Hydrology*, 331 (1) 731-741.
- Mitas, L dan H. Mitsova. 1988. General Variational Approach to the Interpolation Problem. *Computer and Mathematics with Applications, Great Britain*. 16 (12) : 983-992.
- Nasution, B. Y. Victorio., M. Hariadi., E. M. Yuniarno dan A. K. Adisusilo. 2017. Optimasi Pemodelan Porositas Tanah Menggunakan Algoritma Genetika. *SMATIKA*, 07 (01) : 15-20.
- Nugroho, Y. 2009. Analisis Sifat Fisik-Kimia dan Kesuburan Tanah pada Lokasi Rencana Hutan Tanaman Industri PT Prima Multibuwana. *Hutan Tropis Borneo*, 10 (27) : 222-229..
- Pramono, G. H. 2008. Akurasi Metode IDW dan Krigging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*, 22 (1) : 97-110.
- Presiden Republik Indonesia. 2000. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 150 Tahun 2000 Tentang Pengendalian Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa*.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 1998. Pedoman Teknis Budi Daya Tanaman Kopi (*Coffea sp.*). Jember : Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Rajiman, 2010. *Potensi Kerusakan Lahan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Reddy, K. R dan R. D. DeLaune. 2008. *The Biogeochemistry of Wetlands; Science and Applications*. New York, USA : CRC Press.
- Rohmat, D dan I. Soekarno. 2006. Formulasi Efek Sifat Fisik Tanah Terhadap Permeabilitas dan *Suction Head* Tanah (Kajian Empirik untuk Meningkatkan Laju Infiltrasi). *Bionatura*, 8 (1) : 1-9.
- Saraswati, R., E. Husen dan R. D. M. Simanungkalit. 2012. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor : BBSDLP.

- Seladji, S., P. Cosenza., A. Tabbagh., J. Ranger dan G. Richard. 2010. The Effect of Compaction on Soil Electrical Resistivity. *Soil Science*, 61 (1) : 1-13.
- Sibson, R. 1981. *A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation, Chapter 2 in Interpolating Multivariate Data*. New York : John Wiley & Sons.
- Simatupang, D. S. 2008. *Berbagai Mikroorganisme Rhizosfer pada Tanaman Pepaya (Carica papaya L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Soil Horizons. 2000. *Sindi (Soil Indicators) is Alive*. Soil Horizons, 4:1-2.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *Tek. Lingkungan*, 10 (3) : 337-346.
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : AndiOffset.
- Susilawati, A dan A. Fahmi. 2013. Dinamika Besi pada Tanah Sulfat Masam yang di Tanami Padi. *Sumberdaya Lahan*, 7 (2) : 67-75.
- Sutanto, R. 2009. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Suud, H. Mubarak., M. F. Syuaib dan I. W. Astika. 2015. Pengembangan Model Pendugaan Kadar Hara Tanah Melalui Pengukuran Daya Hantar Listrik Tanah. *Keteknikan Pertanian*, 3 (2) : 105-112.
- Syahputra, M. D. 2007. *Kajian Aktivitas Mikoorganisme Tanah di Hutan Mangrove*. Medan : Departemen Kehutanan.
- Talakua, S. M. 2009. Efek Penggunaan Lahan Terhadap Kerusakan Tanah Akibat Erosi di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. *Budidaya Pertanian*, 5 (1) : 27-34.
- Tolaka, W., Wardah dan Rahmawati. 2013. Sifat Fisik Tanah pada Hutan Primer, Agroforestri dan Kebun Kakao di Sub DAS Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso. *Warta Rimba*, 1 (1) : 1-8.
- Troeh, F. R dan L. M. Thompson. 2005. *Soils and Soil Fertility*. USA : Blackwell Publishing.

Lampiran 1. Tabel Penilaian Potensi Kerusakan Tanah pada Peta Tematik

Tabel 1. Penilaian Potensi Kerusakan Tanah Berdasarkan Jenis Tanah (Tingkat Ordo)

| Tanah | Potensi Kerusakan | Simbol | Rating | Skor Pembobotan |
|--------------------------------------|-------------------|--------|--------|-----------------|
| Spodosol Andisol | Sangat tinggi | T5 | 5 | 10 |
| Inceptisols Entisols Histosols | Tinggi | T4 | 4 | 8 |
| Alfisol Mollisol Ultisols | Sedang | T3 | 3 | 6 |
| Oxisol | Ringan | T2 | 2 | 4 |
| Vertisol | Sangat ringan | T1 | 1 | 2 |

Tabel 2. Penilaian Potensi Kerusakan Tanah Berdasarkan Kemiringan Lereng

| Lereng (%) | Potensi Kerusakan | Simbol | Rating | Skor Pembobotan |
|------------|-------------------|--------|--------|-----------------|
| > 40 | Sangat tinggi | L5 | 5 | 15 |
| 26-40 | Tinggi | L4 | 4 | 12 |
| 16-25 | Sedang | L3 | 3 | 9 |
| 9-15 | Ringan | L2 | 2 | 6 |
| 1-8 | Sangat ringan | L1 | 1 | 3 |

Tabel 3. Penilaian Potensi Kerusakan Tanah Berdasarkan Curah Hujan Tahunan

| CH (mm) | Potensi Kerusakan | Simbol | Rating | Skor Pembobotan |
|-----------|-------------------|--------|--------|-----------------|
| > 4000 | Sangat tinggi | H5 | 5 | 15 |
| 3000-4000 | Tinggi | H4 | 4 | 12 |
| 2000-3000 | Sedang | H3 | 3 | 9 |
| 1000-2000 | Ringan | H2 | 2 | 6 |
| < 1000 | Sangat ringan | H1 | 1 | 3 |

Tabel 4. Penilaian Potensi Kerusakan Tanah Berdasarkan Penggunaan Lahan

| Penggunaan Lahan | Potensi Kerusakan | Simbol | Rating | Skor Pembobotan |
|--|-------------------|--------|--------|-----------------|
| Tanah terbuka | Sangat tinggi | L5 | 5 | 10 |
| Tegalan (Tanaman semusim) | Tinggi | L4 | 4 | 8 |
| Hutan produksi Perladangam | Sedang | L3 | 3 | 6 |
| Kebun Campuran Semak belukar Padang rumput | Ringan | L2 | 2 | 4 |
| Hutan alam Sawah Alang-Alang | Sangat ringan | L1 | 1 | 2 |

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2006)

Lampiran 2. Skoring Parameter Kerusakan Tanah

1. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Ketebalan Solum

| Kode SPL | Solum (cm) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 118 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 145 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L4.T | 155 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 175 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | 130 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 120 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | 150 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 140 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 130 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 80 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 150 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 100 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | 150 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 150 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 165 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 130 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 40 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 40 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 40 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 40 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 32 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis Ketebalan Solum < 20 cm

2. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Kebatuan Permukaan

| Kode SPL | Kebatuan (%) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|--------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L4.T | 5 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 4 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 3 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | 0 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis Kebatuan Permukaan > 40%

3. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Komposisi Fraksi

| Kode SPL | Fraksi Koloid (%) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|-------------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 17,35 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 3,89 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H2.U.L4.T | 37,90 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 45,12 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | 37,06 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 45,76 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | 61,09 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 37,03 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 37,43 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 39,20 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | 36,51 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 37,29 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 43,98 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 24,18 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 44,93 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 36,75 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 38,58 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 35,84 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 27,35 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 33,07 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 54,26 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | | | | | |

Keterangan : Ambang kritis Komposisi Fraksi < 18% Koloid ; > 80% Pasir

4. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Berat Volume

| Kode SPL | BV (g/cm ³) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|-------------------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 0,66 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,34 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L4.T | 0,67 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,21 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | 0,60 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,26 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | 0,93 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,13 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 1,24 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,75 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | 1,32 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,18 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 0,70 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,01 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 1,12 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,30 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 1,11 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,32 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 1,07 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,31 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 0,96 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | | | | | |

Keterangan : Ambang kritis Berat Volume > 1,4 g/cm³

5. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Porositas Total

| Kode SPL | Porositas (%) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|---------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 70,61 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 42,24 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H2.U.L4.T | 70,76 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 38,55 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H2.E.L3.T | 70,89 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 39,29 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H3.E.L2.T | 55,68 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 48,18 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 42,39 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 70,86 | Rusak (R) | 33 | 2 | Rusak Sedang |
| | 38,60 | Tidak Rusak (N) | 33 | 2 | Rusak Sedang |
| | 43,79 | Tidak Rusak (N) | 33 | 2 | Rusak Sedang |
| H1.U.L4.P | 65,73 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 50,52 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 46,16 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 41,60 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 45,98 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 37,36 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 49,20 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 41,42 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 49,97 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis Porositas Total < 30% ; > 70%

6. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Permeabilitas

| Kode SPL | Permeabilitas (cm/jam) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|------------------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 12,69 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 2,82 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H2.U.L4.T | 17,24 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 1,88 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H2.E.L3.T | 11,10 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 2,29 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H3.E.L2.T | 3,15 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 3,83 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 2,43 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 11,57 | Rusak (R) | 33 | 2 | Rusak Sedang |
| | 6,94 | Tidak Rusak (N) | 33 | 2 | Rusak Sedang |
| | 5,40 | Tidak Rusak (N) | 33 | 2 | Rusak Sedang |
| H1.U.L4.P | 10,30 | Rusak (R) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| | 3,99 | Tidak Rusak (N) | 50 | 2 | Rusak Sedang |
| H2.U.L3.P | 3,59 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 3,28 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 4,25 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 1,11 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 3,24 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 3,32 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 5,13 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis Permeabilitas < 0,7 cm/jam ; > 8,0 cm/jam

7. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter pH (H₂O) 1 : 2,5

| Kode SPL | pH (H ₂ O) 1 : 2,5 | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|
| H1.U.L4.T | 6,7 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,7 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L4.T | 6,9 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,7 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | 6,2 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 7,1 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | 6,6 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,1 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,3 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 4,9 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 5,9 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 5,8 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | 5,8 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 4,7 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 6,3 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 5,5 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 5,9 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,1 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 7,7 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,1 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 6,1 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis pH Tanah < 4,5 ; >8,5

8. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Daya Hantar Listrik

| Kode SPL | DHL (mS/cm) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|----------------|------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|
| H1.U.L4.T | 0,14 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,21 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L4.T | 0,08 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,15 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | 0,04 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,16 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | 0,14 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,06 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,12 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | 0,12 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,12 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,10 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | 0,06 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,08 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | 0,10 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,11 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | 0,07 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,06 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | 0,17 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,08 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | 0,20 | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis Daya Hantar Listrik > 4,0 mS/cm

9. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Redoks

| Kode SPL | Redoks (mV) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|-------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | 50,9 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 64,4 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H2.U.L4.T | 71,1 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 50,3 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H2.E.L3.T | 59,5 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 60,0 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H3.E.L2.T | 75,5 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 64,9 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 55,9 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H2.E.L3.P | 139,8 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 127,6 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 98,5 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H1.U.L4.P | 108,1 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 149,8 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H2.U.L3.P | 118,2 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 93,0 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H2.E.L2.S | 82,9 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 45,3 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| H3.E.L2.S | 28,4 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 35,1 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |
| | 21,2 | Rusak (R) | 100 | 4 | Rusak Sangat Berat |

Keterangan : Ambang kritis Redoks < 200 mV

10. Tabel Skoring Status Kerusakan Tanah Untuk Parameter Jumlah Mikroba

| Kode SPL | Mikroba (CFU) | Status Kerusakan | Frekuensi Relatif Tanah Rusak | Skor FR | Status Kerusakan Tanah |
|-----------|-------------------|------------------|-------------------------------|---------|------------------------|
| H1.U.L4.T | $4,1 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $5,0 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L4.T | $3,4 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $2,0 \times 10^8$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.T | $5,3 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $1,6 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.T | $4,7 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $6,2 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $2,8 \times 10^8$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L3.P | $7,2 \times 10^5$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $5,0 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $6,4 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H1.U.L4.P | $7,4 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $6,4 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.U.L3.P | $6,3 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $4,9 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H2.E.L2.S | $7,4 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $4,9 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| H3.E.L2.S | $3,6 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $2,8 \times 10^7$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |
| | $4,0 \times 10^6$ | Tidak Rusak (N) | 0 | 0 | Tidak Rusak |

Keterangan : Ambang kritis Jumlah Mikroba < 10^2 CFU/g tanah

Lampiran 3. Rekapitulasi Penilaian Status Kerusakan Tanah

| Kode SPL | Ketebalan Solum | Kebatuan Permukaan | Komposisi Fraksi | BV | Porositas Total | Permeabilitas | pH (H ₂ O) 1 : 2,5 | DHL | Redoks | Jumlah Mikrobial | Skor Total | Status Kerusakan Tanah | Simbol |
|-----------|-----------------|--------------------|------------------|----|-----------------|---------------|-------------------------------|-----|--------|------------------|------------|------------------------|---------------|
| H1.U.L4.T | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 | Rusak Ringan | R.I (f,v,p,r) |
| | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 | Rusak Ringan | R.I (f,v,p,r) |
| H2.U.L4.T | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| H2.E.L3.T | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| H3.E.L2.T | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| H2.E.L3.P | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | Rusak Ringan | R.I (v,p,r) |
| H1.U.L4.P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | Rusak Ringan | R.I (p,r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | Rusak Ringan | R.I (p,r) |
| H2.U.L3.P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| H2.E.L2.S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| H3.E.L2.S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | Rusak Ringan | R.I (r) |

Keterangan: 1. Faktor Pembatas : f = komposisi fraksi; v = porositas total; p = permeabilitas; r = redoks
 2. Curah Hujan : H1 = 2,272-2,470; H2 = 2,470-2,668; H3 = 2,668-2,886
 3. Jenis Tanah : U = Ultisols; E = Entisols
 4. Lereng : L2 = 9-15%; L3 = 16-25%; L4 = 26-40%
 5. Landuse : T = Tegalan; P = Perkebunan; S = Sawah

Lampiran 4. RMSE Error Parameter Kerusakan Tanah

| Nomor Tanah | Komp. Fraksi Koloid | Nilai Interpolasi | RMSE Error | Permeabilitas | Nilai Interpolasi | RMSE Error |
|-------------|---------------------|-------------------|------------|---------------|-------------------|------------|
| 1 | 17,35 | 17,46 | 0,000576 | 12,69 | 12,35 | 0,005505 |
| 2 | 3,89 | 4,81 | 0,040305 | 2,82 | 2,97 | 0,001071 |
| 3 | 37,90 | 37,91 | 0,000005 | 17,24 | 16,96 | 0,003733 |
| 4 | 45,12 | 45,09 | 0,000043 | 1,88 | 1,95 | 0,000233 |
| 5 | 37,06 | 37,04 | 0,000019 | 11,1 | 11,02 | 0,000305 |
| 6 | 45,76 | 45,75 | 0,000005 | 2,29 | 2,35 | 0,000171 |
| 7 | 61,09 | 61,05 | 0,000076 | 3,15 | 3,15 | 0 |
| 8 | 37,03 | 37,04 | 0,000005 | 3,83 | 3,83 | 0 |
| 9 | 37,43 | 37,44 | 0,000005 | 2,43 | 2,43 | 0 |
| 10 | 39,20 | 39,23 | 0,000043 | 11,57 | 11,45 | 0,000686 |
| 11 | 36,51 | 36,50 | 0,000005 | 6,94 | 6,99 | 0,000119 |
| 12 | 37,29 | 37,27 | 0,000019 | 5,4 | 5,40 | 0 |
| 13 | 43,98 | 43,80 | 0,001543 | 10,3 | 10,29 | 0,000005 |
| 14 | 24,18 | 24,18 | 0 | 3,99 | 3,99 | 0 |
| 15 | 44,93 | 44,87 | 0,000171 | 3,59 | 3,66 | 0,000233 |
| 16 | 36,75 | 36,76 | 0,000005 | 3,28 | 3,34 | 0,000171 |
| 17 | 38,58 | 38,58 | 0 | 4,25 | 4,20 | 0,000119 |
| 18 | 35,84 | 35,84 | 0 | 1,11 | 1,11 | 0 |
| 19 | 27,35 | 27,47 | 0,000686 | 3,24 | 3,24 | 0 |
| 20 | 33,07 | 33,15 | 0,000305 | 3,32 | 3,32 | 0 |
| 21 | 54,26 | 54,18 | 0,000305 | 5,13 | 5,11 | 0,000019 |
| | | Σ | 0,044119 | | Σ | 0,012371 |
| | | RMSE | 0,2 | | RMSE | 0,1 |

Lampiran 5. Pengamatan Biofisik Lahan

| Nomor Tanah | Koordinat UTM | | Elevasi (mdpl) | Desa | Penggunaan Lahan | Jenis Tanaman | Lereng (%) | Jenis Erosi | Tindakan Konservasi | Solum (cm) | Kebatuan (%) |
|-------------|---------------|------------|----------------|---------------|------------------|---------------------|------------|-------------------|----------------------------------|------------|--------------|
| | X | Y | | | | | | | | | |
| 1 | 162084,17 | 9072890,73 | 570 | Kebunrejo | Tegalan | Jati | 30 | Erosi Lembar | Tidak diteras | 118 | 2 |
| 2 | 161508,74 | 9074349,61 | 567 | Kebunrejo | Tegalan | Jati | 35 | Erosi Lembar Alur | Tidak diteras | 145 | 2 |
| 3 | 166588,75 | 9078000,87 | 576 | Kebunrejo | Tegalan | Jati Kelapa | 40 | Erosi Lembar | Tidak diteras | 155 | 5 |
| 4 | 168295,31 | 9080937,75 | 593 | Kebunrejo | Tegalan | Jati | 20 | Erosi Alur | Rumput Gajah | 175 | 4 |
| 5 | 165398,12 | 9080818,69 | 564 | Kebunrejo | Tegalan | Kelapa Kunyit | 6 | Tanpa erosi | - | 130 | 2 |
| 6 | 171708,45 | 9086533,70 | 517 | Karangharjo | Tegalan | Jati Mahoni | 20 | Erosi Alur | Tidak diteras | 120 | 3 |
| 7 | 169446,25 | 9085938,38 | 511 | Karangharjo | Tegalan | Jati | 10 | Tanpa erosi | - | 150 | 0 |
| 8 | 170120,94 | 9083954,00 | 522 | Karangharjo | Tegalan | Jati Kelapa | 6 | Erosi Alur | Tidak diteras | 140 | 2 |
| 9 | 167700,00 | 9084271,51 | 456 | Kalibaruwetan | Tegalan | Jati | 25 | Erosi Alur | Tidak diteras, <i>Cover crop</i> | 130 | 2 |
| 10 | 171311,57 | 9088795,89 | 618 | Karangharjo | Perkebunan | Tebu Sengon Tales | 40 | Lembar | Diteras, Tumpangsari | 80 | 2 |
| 11 | 163413,74 | 9081017,12 | 462 | Kalibarumanis | Perkebunan | Kopi Sengon Pisang | 5 | Tanpa erosi | - | 150 | 2 |
| 12 | 164247,18 | 9075222,74 | 449 | Kebunrejo | Perkebunan | Kopi Sengon | 35 | Erosi Alur | Diteras, Tumpangsari | 100 | 2 |
| 13 | 162381,86 | 9076294,30 | 545 | Kebunrejo | Perkebunan | Kopi Sengon | 10 | Tanpa erosi | - | 150 | 2 |
| 14 | 163698,13 | 9072705,52 | 592 | Kebunrejo | Perkebunan | Kopi Lamtoro Pisang | 10 | Tanpa erosi | - | 150 | 2 |
| 15 | 165596,56 | 9076016,49 | 546 | Kebunrejo | Perkebunan | Kopi Tales Pisang | 5 | Tanpa erosi | - | 165 | 2 |
| 16 | 166707,81 | 9079905,87 | 520 | Kebunrejo | Perkebunan | Kopi Kelapa Sengon | 15 | Erosi Lembar | Tidak diteras | 130 | 2 |
| 17 | 170478,13 | 9082366,50 | 458 | Karangharjo | Sawah | Padi Jagung | 5 | Tanpa erosi | - | 40 | 2 |
| 18 | 163770,93 | 9083795,25 | 436 | Kalibarumanis | Sawah | Jagung Padi | 5 | Tanpa erosi | - | 40 | 2 |
| 19 | 166707,81 | 9082406,19 | 435 | Kalibarukulon | Sawah | Padi Kelapa | 5 | Tanpa erosi | - | 40 | 2 |
| 20 | 165953,75 | 9084469,94 | 423 | Kalibarumanis | Sawah | Padi Kelapa Pisang | 5 | Tanpa erosi | - | 40 | 2 |
| 21 | 167144,37 | 9086732,14 | 523 | Banyuwanyar | Sawah | Padi | 5 | Tanpa erosi | - | 32 | 0 |

Lampiran 6. Dokumentasi Lapangan



1. Vegetasi Tanaman Jati pada Lahan Tegalan (Nomor Tanah 7)

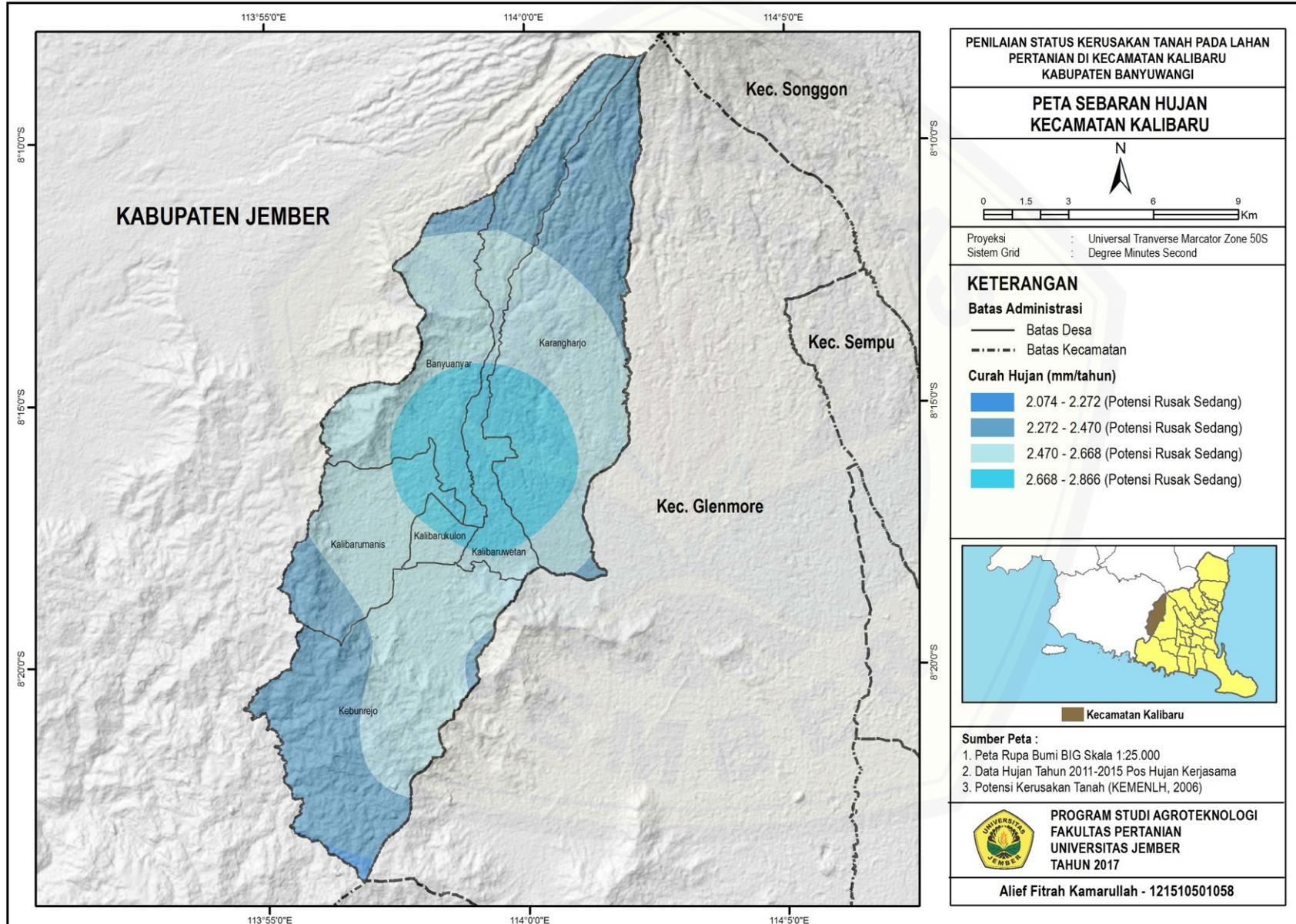


2. Pertanaman Kopi pada Lahan Perkebunan (Nomor Tanah 12)

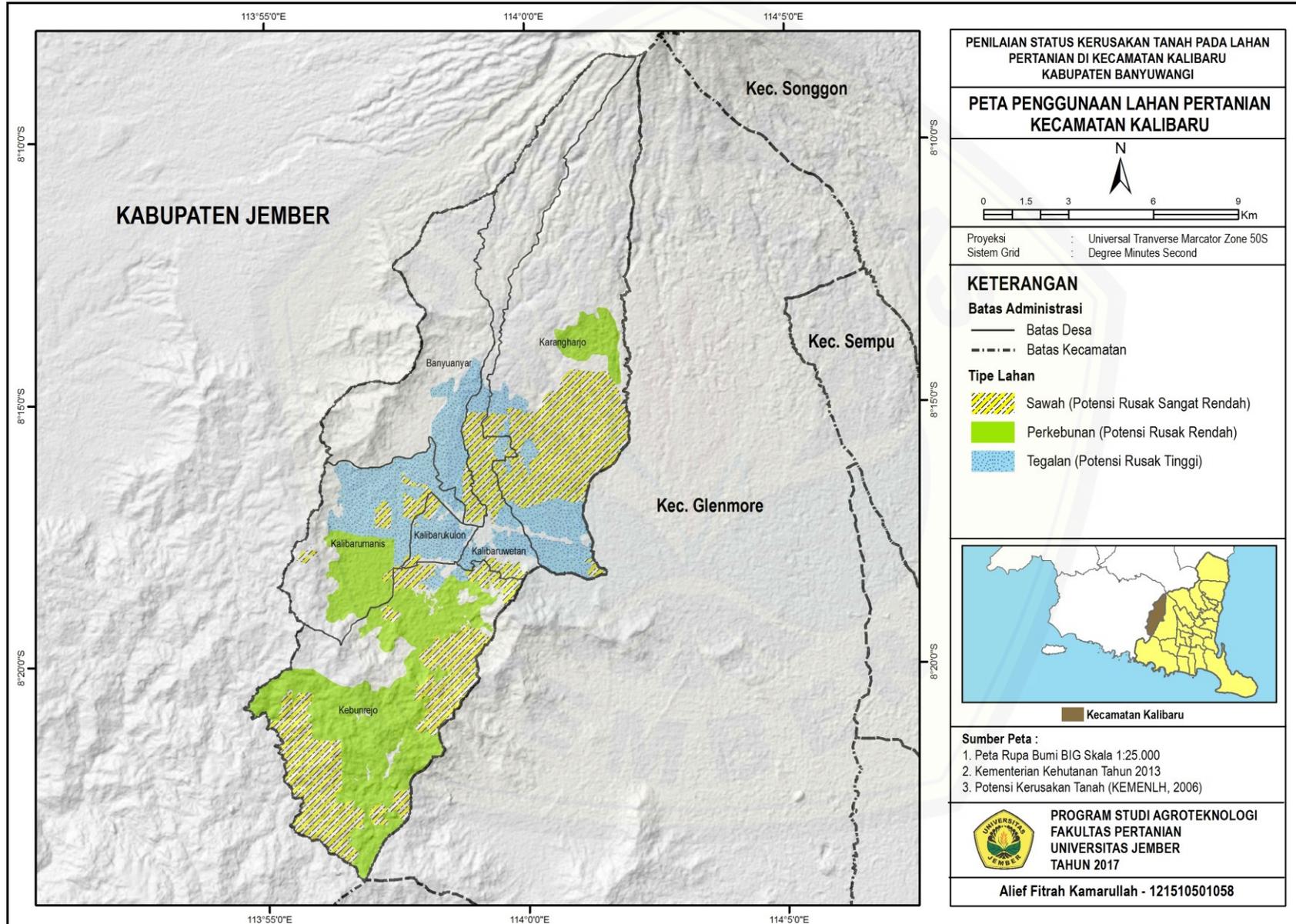


3. Pertanaman Padi pada Lahan Sawah (Nomor Tanah 17)

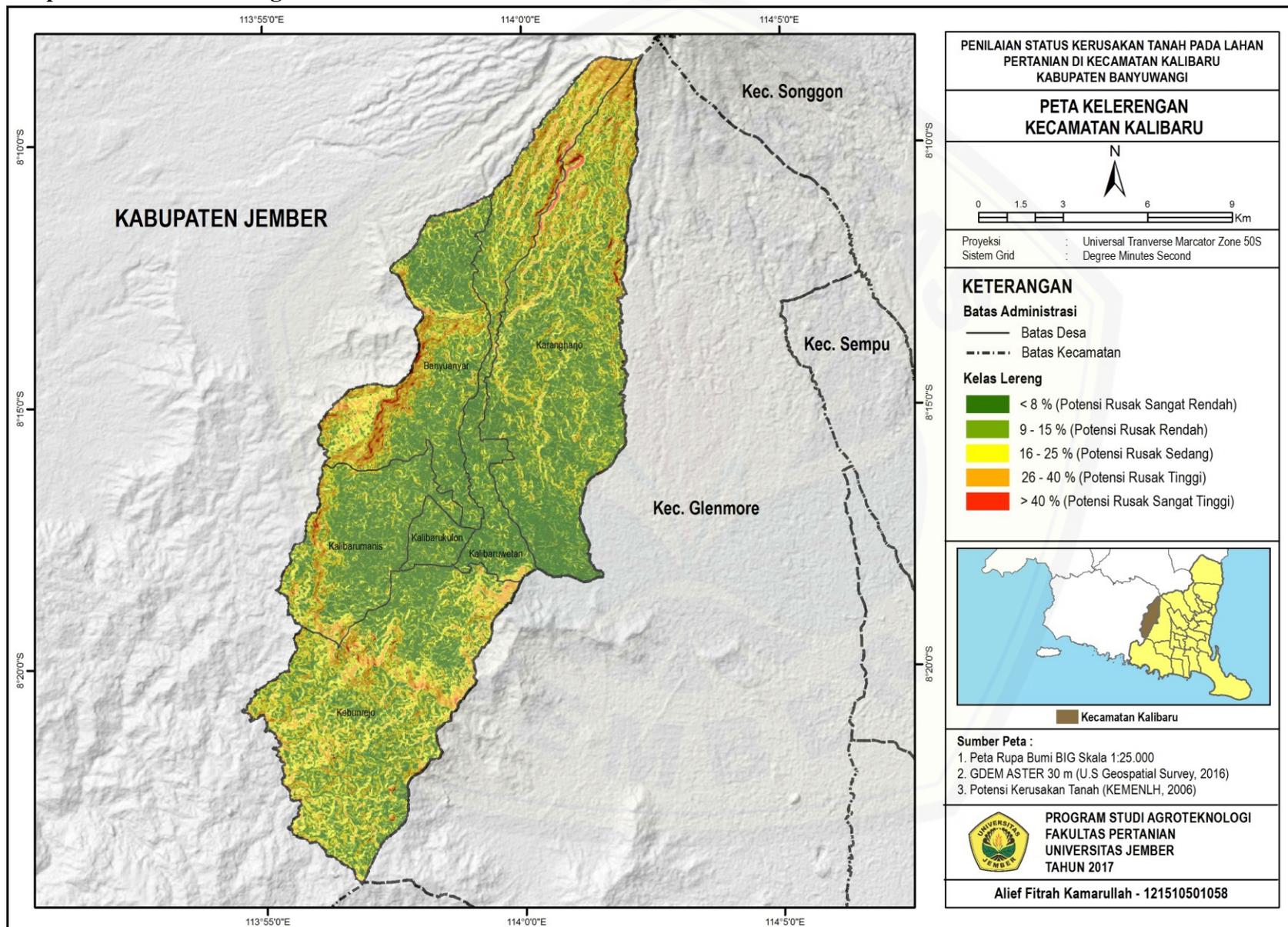
Lampiran 7. Peta Sebaran Hujan Kecamatan Kalibaru



Lampiran 8. Peta Penggunaan Lahan Pertanian Kecamatan Kalibaru



Lampiran 9. Peta Kelerengan Kecamatan Kalibaru



Lampiran 10. Peta Jenis Tanah USDA Kecamatan Kalibaru

