

**STUDI INDEKS KUALITAS TANAH SERTA BIOINDIKATOR  
KUALITAS AIR DI DAS MIKRO SISIM  
KOTA BATU**

Oleh:  
**SHOFIE RINDI NURHUTAMI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2020**

**STUDI INDEKS KUALITAS TANAH SERTA BIOINDIKATOR  
KUALITAS AIR DI DAS MIKRO SISIM  
KOTA BATU**

Oleh :  
**SHOFIE RINDI NURHUTAMI**  
155040200111185

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG**

**2020**

### PERNYATAAN

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

Malang, Desember 2019

---

Shofie Rindi Nurhutami





LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Studi Indeks Kualitas Tanah Serta Bioindikator Kualitas Air di DAS Mikro Sisim Kota Batu

Nama Mahasiswa : Shofie Rindi Nurhutami

NIM : 155040200111185

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.  
NIP. 19540501 198103 1 006

Istika Nita, SP., MP.  
NIP. 19891118 201903 2 012

Mengetahui,  
a.n Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Brawijaya  
Ketua Jurusan Tanah



Syahrul Kurniawan SP., MP., Ph.D  
NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan: ... 20 JAN 2020 ...

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Novalia Kusumarini SP. MP.  
NIP. 198911082015042001

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU  
NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji III

Penguji IV

Istika Nita, SP. MP.  
NIP. 19891118 201903 2 012

Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS  
NIP. 195405201981031002

Tanggal Lulus:....**30. JAN 2020**



Skripsi ini kupersembahkan untuk  
Kedua orang tua tercinta, serta Kakak  
dan Adikku tersayang

## RINGKASAN

**Shofie Rindi Nurhutami. 155040200111185.** Studi Indeks Kualitas Tanah serta Bioindikator Kualitas Air di DAS Mikro Sisim Kota Batu. Di bawah bimbingan. Zaenal Kusuma sebagai Pembimbing Utama Serta Istika Nita sebagai Pembimbing Pendamping.

DAS Mikro Sisim memiliki luas  $\pm 933,17$  Ha, terletak di Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo Kecamatan Bumiaji, Kota Batu telah mengalami perubahan penggunaan lahan secara besar besaran pada akhir tahun 1990-an menjadi lahan pertanian pada berbagai kemiringan lereng. Analisis Indeks Kualitas Tanah dan analisis bioindikator kualitas air diperlukan untuk menilai pengaruh perubahan penggunaan lahan tersebut. Indeks Kualitas Tanah (IKT) merupakan kemampuan tanah untuk menjalankan fungsinya dengan optimal. Analisis bioindikator kualitas air dilakukan dengan memanfaatkan biota sungai makroskopis yang mampu merespon perubahan kondisi perairan. Namun informasi mengenai IKT lahan pertanian serta penilaian bioindikator kualitas air di wilayah DAS Mikro Sisim belum tersedia sehingga diperlukan suatu analisis yang lebih mendalam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Indeks Kualitas Tanah (IKT) lahan pertanian serta menganalisis kondisi kualitas air dengan memanfaatkan bioindikator kualitas air di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2019 di DAS Mikro Sisim, Kota Batu. Metode penelitian ini adalah survei dengan analisis deskriptif melalui kegiatan observasi lapangan dan analisis laboratorium. Penelitian ini menggunakan 12 plot pengambilan contoh tanah yaitu plot hutan (H2, H3, H4, H5), kebun campuran (KC2, KC3, KC4, KC5), tegalan (T2, T3, T4, T5) angka dibelakang kode menunjukkan kelerengan; 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%). Pengambilan contoh biotilik didasarkan pada jenis sumber polusi tersebar dan titik (*non-point source pollution (NPS)*) dan *point source pollution (PS)*) di DAS Mikro Sisim. Analisis IKT dilakukan menggunakan metode *Mausbach and Seybold* yang telah dimodifikasi oleh Partoyo (2005) sementara analisis bioindikator kualitas air dilakukan dengan metode Rini (2011). Parameter yang diukur meliputi sifat fisika (berat isi, porositas, kedalaman efektif serta kemantapan agregat), kimia (pH, C-Organik, N total, P tersedia dan K dapat ditukar) serta jenis dan jumlah biotilik yang ditemukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin rapat vegetasi, dan semakin rendah pengolahan tanah maka nilai kualitas tanah semakin baik. Nilai IKT yang terdapat di DAS Mikro Sisim bervariasi nilai tertinggi pada plot H5 sebesar 0,636 (baik) dan terendah pada plot T5 sebesar 0,327 (rendah). Hasil bioindikator kualitas air menunjukkan titik NPS *outlet* memiliki indeks pencemaran air biotilik 1,97 (kualitas air kotor serta pencemaran agak berat). Kualitas tanah sedang dengan intensitas pertanian tinggi serta limbah domestik masyarakat menyebabkan kondisi kesehatan habitat tergolong kurang sehat dengan skor 1,9 serta substrat cukup mendukung kehidupan biotilik dengan tingkat gangguan manusia terhadap sungai yang cukup.

## SUMMARY

**Shofie Rindi Nurhutami. 155040200111185.** Study of Soil Quality Index and Water Quality Bioindicator in Sisim Micro Watershed in Batu City. Under the guidance of. Zaenal Kusuma as the First Counselor and Istika Nita as the second Counselor

The Sisim Micro Watershed has an area of  $\pm 933.17$  Ha, located in Gunungsari, Tulungrejo, Punten, Songgokerto, Sumberejo Village Bumiaji District, Batu City which has experienced large-scale land use changes at the end of 1990s became agricultural land on any slopes. Soil Quality Index analysis and bioindicator analysis of water quality are needed to assess the effect of changes in land use. The Soil Quality Index (SQI) shows the ability of the soil to carry out its functions optimally. Bioindicator analysis of water quality is carried out by utilizing macroscopic river biota capable of responding to changes in water conditions. However, information regarding the SQI of agricultural land as well as the assessment of water quality bioindicators in the Sisim Micro Watershed area is not yet available so deeper analysis is needed. The purpose of this study is to analyze the Soil Quality Index (SQI) of agricultural land and analyze water quality conditions by utilizing water quality bioindicators in the Sisim Micro Watershed, Bumiaji District, Batu City.

The study was conducted from May to August 2019 in the Sisim Micro Watershed, Batu City. This research method is a survey with descriptive analysis through field observation and laboratory analysis. This research uses 12 soil sampling plots namely forest plots (H2, H3, H4, H5), mixed gardens (KC2, KC3, KC4, KC5), fields (T2, T3, T4, T5) the numbers behind the code indicate slope; 2 (slope 8-15%), 3 (slope 15-25%), 4 (slope 25-40%), 5 (slope 40-60%). Biotilic sampling is based on the type of sources of pollution such as non-point source pollution (NPS) and point source pollution (PS) in the Sisim Micro Watershed. The SQI analysis was carried out using the Mausbach and Seybold method which was modified by Partoyo (2005) while the bioindicator analysis of water quality was carried out by the Rini (2011) method. The parameters measured include physical properties (bulk density, porosity, soil depth, and aggregate stability), chemistry (pH, C-Organic, total N, available P, and changeable K) as well as the type and amount of biotilic found.

The results showed that the denser of the vegetation and the lower of the tillage have the better SQI. SQI values in the Sisim Micro Watershed have the highest value in plot H5 0.636 (good) and lowest in plot T5 0.327 (low). The results of the bioindicator of water quality indicate that the NPS outlet has a biotilic water pollution index of 1.97 (dirty water quality and pollution is rather severe). Medium soil quality with high agricultural intensity and community domestic waste causes the health condition of the habitat to be classified as unhealthy with a score of 1.9 and the substrate sufficient to support biotilic life with sufficient levels of human disturbance to the river.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Studi Indeks Kualitas Tanah Serta Bioindikator Kualitas Air di DAS Mikro Sisim, Kota Batu**”. Pada kesempatan ini penulis tidak lupa untuk menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Syahrul Kurniawan SP., MP., Ph.D sebagai Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU., sebagai Dosen Pembimbing Utama
3. Istika Nita, SP., MP., selaku Dosen Pembimbing Pendamping
4. Kedua orang tua beserta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat yang luar biasa selama penyelesaian tugas akhir ini
5. Seluruh karyawan dan teknisi di Laboratorium Jurusan Tanah FP UB
6. Seluruh keluarga Griya Purnama Lantai 1 yang selalu memberikan dukungan, semangat, bantuan dan doa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini
7. Teman-teman Manajemen Sumberdaya Lahan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam karya tulis ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan sehingga penulis mengharapkan saran dan masukan untuk penyempurnaan. Sehingga, besar harapan dari penulis agar tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis sendiri, maupun bagi pembaca.

Malang, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	U	Halaman
RINGKASAN	i	
SUMMARY	ii	
KATA PENGANTAR	iii	
RIWAYAT HIDUP	iv	
DAFTAR ISI	v	
DAFTAR TABEL	vi	
DAFTAR GAMBAR	vii	
DAFTAR LAMPIRAN	viii	
I. PENDAHULUAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.1. Latar Belakang	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.2. Rumusan Masalah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.3. Tujuan Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.4. Hipotesis	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.5. Manfaat Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.6. Alur Pikir Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
II. TINJAUAN PUSTAKA	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.1. Kualitas Tanah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.2. Hubungan Penggunaan Lahan Terhadap Indeks Kualitas Tanah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>Bookmark not defined.</b>		
2.3. Kualitas Air	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.4. Hubungan Penggunaan Lahan Terhadap Indeks Pencemaran Air Biotilik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>Bookmark not defined.</b>		
2.5. Karakteristik DAS Mikro Sisim	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
III. METODE PENELITIAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.2. Alat dan Bahan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.3. Metode Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.4. Pelaksanaan Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4.2. Karakteristik Sifat Tanah Lokasi Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>defined.</b>		
4.3. Indeks Kualitas Tanah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4.4. Bioindikator Kualitas Air	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4.5. Pembahasan Umum	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
V. PENUTUP	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
5.1. Kesimpulan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
5.2. Saran	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
DAFTAR PUSTAKA	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	





LAMPIRAN ..... Error! Bookmark not defined.



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	<i>Minimum Data Set</i> Kualitas Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	Kategori Indeks Kualitas Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.	Indeks Pencemaran Air Biotilik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.	Kondisi Kesehatan Habitat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.	Indikator Kualitas Habitat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.	Klasifikasi DAS Berdasarkan Luas Wilayah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.	Alat dan Bahan Dalam Kegiatan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8.	Lokasi Pengambilan Contoh Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
9.	Lokasi Pengambilan Contoh Biotilik ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
10.	Indikator Pengamatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
11.	Penilaian indeks kualitas tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
12.	Kategori Indeks Kualitas Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
13.	Indeks Pencemaran Air Biotilik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
14.	Kondisi Kesehatan Habitat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
15.	Indikator Kualitas Habitat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
16.	Kondisi Umum Plot Pengamatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
17.	Hasil Rerata Analisis Sifat Fisika Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
18.	Hasil Rerata Analisis Sifat Kimia Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
19.	Rerata Indeks Kualitas Tanah DAS Mikro Sisim	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
20.	Identifikasi <i>Family</i> yang Ditemukan di DAS Mikro Sisim .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
21.	Hasil Analisis Kondisi Perairan DAS Mkro Sisim....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



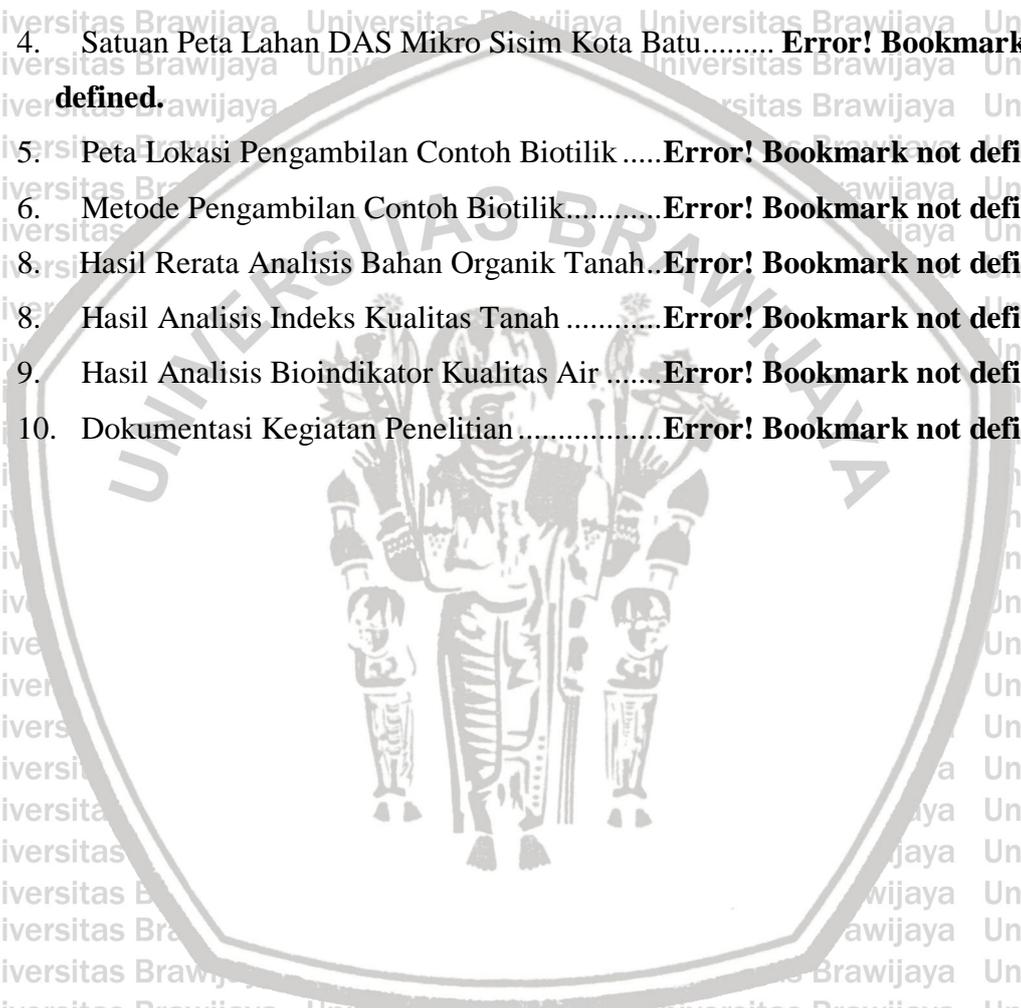
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Plot Pengambilan Contoh Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	<i>Frame</i> Pengambilan Contoh Biotitik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.	Kondisi lahan Pada Setiap Plot Pengamatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.	Kondisi Plot Pengamatan IPA Biotilik..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.	Peta Kualitas Tanah DAS Mikro Sisim.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor.	Teks	Halaman
1.	Peta Administrasi DAS Mikro Sisim .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	Peta Penggunaan Lahan DAS Mikro Sisim Kota Batu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.	Peta Kemiringan Lereng DAS Mikro Sisim Kota Batu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.	Satuan Peta Lahan DAS Mikro Sisim Kota Batu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.	Peta Lokasi Pengambilan Contoh Biotilik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.	Metode Pengambilan Contoh Biotilik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8.	Hasil Rerata Analisis Bahan Organik Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8.	Hasil Analisis Indeks Kualitas Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
9.	Hasil Analisis Bioindikator Kualitas Air .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
10.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan penggunaan lahan dalam suatu wilayah akan menurunkan kualitas tanah yang salah satunya berakibat pada perubahan fungsi hidrologi. Perubahan penggunaan lahan misalnya dengan merubah lahan hutan dengan kemiringan lereng curam menjadi lahan pertanian tegalan akan menurunkan kualitas tanah yang awalnya alami dan mampu menjalankan fungsi tanah secara optimal menjadi kurang optimal. Akibatnya, selain fungsi tanah yang kurang optimal, fungsi hidrologi dalam wilayah tersebut juga akan kurang optimal seperti berkurangnya kualitas air sungai.

DAS Mikro Sisim secara administratif terletak di Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan luasan ±933,17 Ha yang memiliki kemiringan lereng datar hingga sangat curam. DAS Mikro Sisim merupakan bagian dari Sub DAS Brantas Hulu yang telah menunjukkan penurunan fungsi DAS akibat pembukaan lahan hutan (Widianto *et al.*, 2010) secara besar besaran pada akhir tahun 1990-an dan diubah menjadi lahan pertanian. Penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim terdiri dari hutan produksi, kebun campuran, tegalan serta pemukiman yang didominasi oleh budidaya pertanian berupa komoditas hortikultura seperti tanaman jeruk, bunga mawar, bunga krisan, kubis, bawang merah serta lainnya yang ditanam dengan pola tanam monokultur maupun tumpangsari pada berbagai kemiringan lereng. Kegiatan budidaya di wilayah DAS Mikro Sisim dilakukan secara intensif untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat, akibatnya fungsi tanah dan fungsi hidrologi DAS menjadi kurang optimal.

Indeks Kualitas Tanah (IKT) menunjukkan kemampuan tanah untuk menjalankan fungsinya dengan optimal. Indeks kualitas tanah diperoleh dari perkalian antara bobot dengan skor dari setiap indikator kualitas tanah seperti sifat fisika, kimia, dan biologi tanah (Karlen *et al.*, 2003). Penurunan indeks kualitas tanah dapat terjadi akibat perubahan penggunaan lahan, pengelolaan yang diterapkan dalam lahan (Zhang *et al.*, 2015), serta kemiringan lereng (Muslim, 2018). Perubahan penggunaan lahan misalnya dengan merubah hutan primer menjadi lahan budidaya pertanian akan menurunkan indeks kualitas tanah, hal ini

terjadi karena adanya penurunan bahan organik tanah yang sangat tajam (Zhang *et al.*, 2015). Perbedaan manajemen yang diterapkan, seperti peningkatan intensitas pertanian akan menurunkan C- Organik dan N- total tanah (Marinari *et al.*, 2010). Menurut Carter (2002) adanya kombinasi aplikasi herbisida, rotasi tanam, dan sistem pengolahan tanah akan mempengaruhi kandungan bahan organik. Muslim (2018) mengungkapkan perbedaan kualitas tanah Desa Mertelu terjadi karena perbedaan penggunaan lahan dan kemiringan lereng dengan nilai yang tertinggi terletak pada lahan semak belukar berkemiringan lereng curam diikuti lahan kebun berkemiringan curam dengan indeks kualitas tanah sedang, serta terendah pada lahan tegalan berkemiringan lereng curam.

*Mausbach and Seybold* modifikasi merupakan satu diantara beberapa metode yang dapat digunakan dalam menilai indeks kualitas tanah. Analisis Indeks Kualitas Tanah dengan metode *Mausbach and Seybold* yang dimodifikasi oleh Partoyo (2005) mampu memberikan kemudahan dalam pelaksanaannya jika dibandingkan dengan metode yang lain, selain itu indikator yang digunakan mampu menggambarkan perannya dalam menunjang fungsi tanah. Oleh karena itu, diperlukan analisis indeks kualitas tanah pertanian dengan metode *Mausbach and Seybold* modifikasi

Perubahan kualitas tanah juga menyebabkan perubahan kualitas air; misalnya dengan perubahan lahan hutan alami menjadi pertanian yang intensif mampu menurunkan kualitas tanah akibatnya tanah tidak mampu menjalankan fungsi hidrologi serta fungsi penyaring dan penyangga sehingga kualitas air akan menurun, hal ini sesuai dengan Supangat (2008) yang mengatakan semakin kecil tutupan hutan dan semakin beragam penggunaan lahan suatu DAS mengakibatkan kondisi kualitas air sungai yang semakin buruk, terutama akibat adanya aktivitas pertanian dan pemukiman. Suryadi *et al.* (2006) mengemukakan kondisi ini disebabkan oleh adanya penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara luas pada lahan pertanian.

Bioindikator kualitas air menjadi salah satu metode yang dapat dilakukan dalam menganalisis kualitas air karena teknik yang lebih sederhana serta biaya yang relatif murah yaitu dengan memanfaatkan biota tidak bertulang belakang yang disebut juga dengan biotilik. Biota yang termasuk kedalam anggota kelompok biotilik ini

mencakup golongan lintah, cacing, siput, serangga, udang, kepiting, kerang dan keong (Rini, 2011). Metode yang digunakan adalah dengan memanfaatkan panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat sungai dan biotilik yang disusun oleh Rini (2011). Namun informasi mengenai indeks kualitas tanah lahan pertanian serta pemanfaatan bioindikator kualitas air di wilayah DAS Mikro Sisim belum tersedia sehingga diperlukan suatu analisis yang lebih mendalam. Adapun latar belakang secara ringkas dapat dilihat pada alur pikir penelitian (Gambar 1).

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai Indeks Kualitas Tanah (IKT) lahan pertanian di DAS Mikro Sisim, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada beberapa penggunaan lahan dan kemiringan lereng?
2. Bagaimana kualitas air di DAS Mikro Sisim menggunakan bioindikator kualitas air?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilaksanakan adalah:

1. Menganalisis Indeks Kualitas Tanah (IKT) lahan pertanian DAS Mikro Sisim, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada beberapa penggunaan lahan dan kemiringan lereng.
2. Menganalisis kualitas air di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan memanfaatkan bioindikator kualitas air.

### 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Indeks Kualitas Tanah (IKT) lahan pertanian bervariasi dengan nilai indeks yang tertinggi berada pada lahan hutan produksi dengan kemiringan lereng 40 - 60% dan terendah pada lahan tegalan dengan kemiringan lereng 8 - 15%.
2. Kualitas air di DAS Mikro Sisim termasuk kedalam kelas kotor yang dipengaruhi oleh kualitas tanah yang rendah.

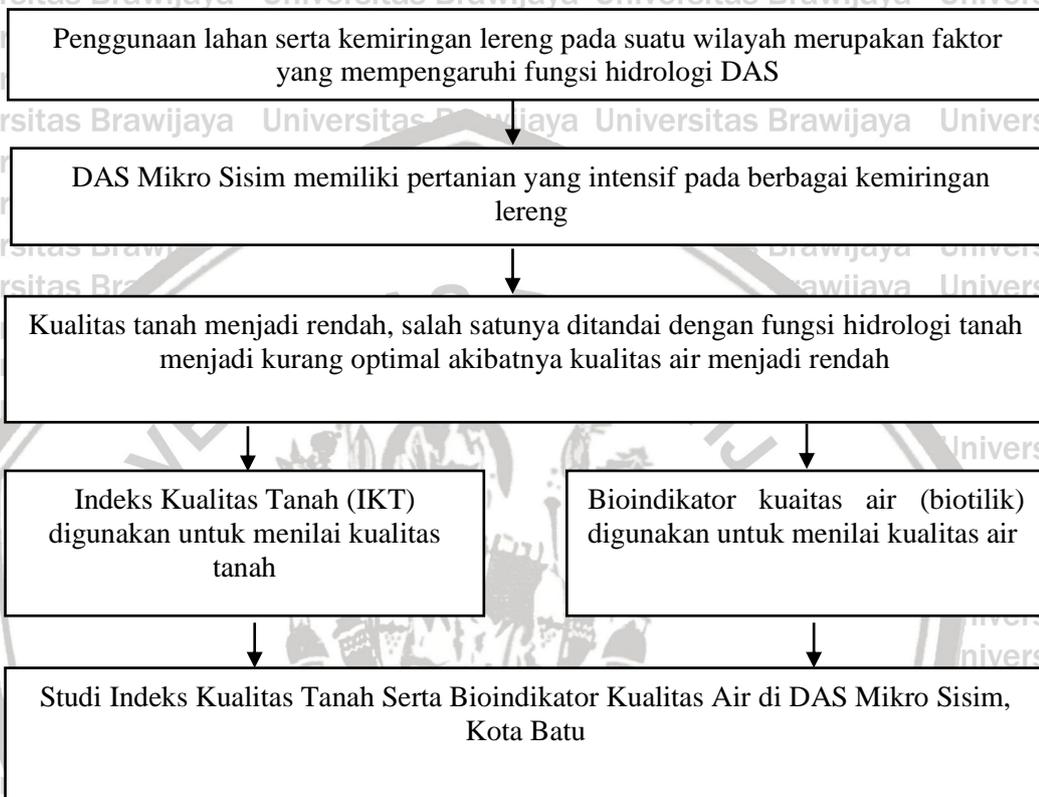
### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dalam memberikan informasi dan data kepada civitas akademika sebagai bahan rujukan dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya, kepada pembuat kebijakan sebagai

dasar dalam menciptakan rancangan pengelolaan DAS Mikro yang lebih berkelanjutan.

### 1.6 Alur Pikir Penelitian

Alur pikir dalam penelitian studi indeks kualitas tanah serta bioindikator kualitas air di DAS Mikro Sisim Kota Batu ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

Alur pikir dalam penelitian ini adalah faktor penggunaan lahan serta kemiringan lereng pada suatu wilayah dalam hal ini adalah DAS akan mempengaruhi kualitas tanah yang nantinya juga akan mempengaruhi kondisi hidrologi DAS. DAS Mikro Sisim merupakan salah satu bagian dari Sub DAS Brantas Hulu yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan menjadi lahan pertanian yang intensif pada berbagai kemiringan lereng. Akibatnya, kualitas tanah yang terdapat di DAS Mikro Sisim menjadi rendah yang salah satunya ditandai oleh fungsi hidrologi tanah menjadi kurang optimal sehingga menyebabkan penurunan kualitas air. Penilaian kualitas tanah dilakukan untuk menilai kualitas tanah sementara untuk menilai kualitas air menggunakan bioindikator kualitas air (biotilik) sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 1

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kualitas Tanah

Kualitas tanah merupakan kemampuan tanah untuk menjalankan fungsinya dalam memenuhi kebutuhan manusia atau ekosistem alami dalam waktu lama.

Kualitas tanah secara sederhana menurut Larson dan Pierce (1991) merupakan kapasitas tanah untuk dapat menjalankan fungsinya dengan menggabungkan sifat fisika, kimia dan biologi tanah serta interaksinya. Fungsi tanah menurut Karlen *et al.* (1996) antara lain yaitu:

1. Melestarikan aktivitas, keragaman dan produktivitas biologis
2. Mengatur dan mengarahkan aliran air dan zat terlarut
3. Menyaring, menyangga, bahan-bahan anorganik dan organik
4. Menyimpan dan mendaurkan hara dan unsur lain dalam biosfer
5. Mendukung struktur sosial ekonomi dan melindungi peninggalan arkeologis terkait dengan permukiman manusia

Kualitas tanah merupakan penggabungan proses di dalam tanah yang berhubungan dengan beberapa faktor seperti penggunaan lahan, perubahan iklim, dan sistem pertanian yang mencakup fungsi-fungsi lingkungan dan kesehatan (Juarti, 2016). Tanah yang berkualitas akan meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman (Plaster, 2003), menjamin keberlanjutan fungsi tanah, baik fungsi ekologi maupun produksi (Juarti, 2016). Sementara penurunan kemampuan tanah dalam menjalankan fungsinya menunjukkan bahwa kualitas tanah telah mengalami perubahan dan dapat mengakibatkan degradasi lahan, penurunan produktivitas tanah serta pencemaran lingkungan (Arifin, 2011).

#### 2.1.1. Indikator Kualitas Tanah

Kualitas tanah dinilai berdasarkan indikator-indikator kualitas tanah, menurut Martunis *et al.* (2016) kualitas tanah memerlukan indikator fisik, kimia, dan biologi yang secara bersama-sama memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai kualitas tanah. Indikator-indikator kualitas tanah dipilih dari sifat-sifat yang menunjukkan kapasitas dari fungsi tanah tersebut. Menurut Doran dan Parkin (1994) syarat dalam pemilihan indikator kualitas tanah yaitu:

1. Mampu menunjukkan proses-proses yang terjadi dalam ekosistem,
2. Dapat menggabungkan sifat fisika tanah, kimia tanah dan proses biologi tanah,

3. Dapat diterima semua orang dan dapat diterapkan pada berbagai kondisi lahan,
4. Peka terhadap berbagai keragaman pengelolaan tanah dan perubahan iklim, dan
5. Sifat tersebut merupakan komponen yang biasa diamati pada data dasar tanah

Seybold *et al.* (1998) mengusulkan beberapa indikator yang dapat digunakan dalam menilai kualitas tanah sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. *Minimum Data Set* Kualitas Tanah

No.	Indikator	Fungsi
1.	<b>Fisika Tanah:</b> Tekstur Kedalaman tanah, lapisan tanah atas dan perakaran Infiltrasi dan berat isi tanah Kapasitas menahan air	Menggambarkan tingkatan kemampuan retensi dan pergerakan air dan senyawa kimia. Estimasi erosi tanah Menggambarkan potensi produktivitas dan erosi, variabilitas dan stabilitas geografi dan lanskap Menggambarkan potensi pencucian ( <i>leaching</i> ), produktivitas dan erosi Menggambarkan retensi, transpor dan erosivitas air. Air tersedia: perhitungan berat isi tanah, tekstur dan bahan organik
2.	<b>Kimia Tanah:</b> Bahan Organik Tanah pH Konduktivitas listrik N, P dan K	Kunci kesuburan tanah, stabilitas dan erosi Informasi kimia tanah Informasi aktivitas mikrobia dan tanaman Menggambarkan ketersediaan hara tanaman dan potensi kehilangan N. Menunjukkan produktivitas dan kualitas lingkungan
3.	<b>Biologi Tanah</b> Biomassa mikrobia C dan N Potensi N yang dapat dimineralisasi Respirasi Tanah	Menunjukkan potensi katalistik dan penyimpanan C dan N. Memberikan peringatan dini pengaruh manajemen terhadap bahan organik Menggambarkan produktivitas tanah dan potensi penyediaan N. Menentukan tingkatan aktivitas mikrobia. Informasi estimasi aktivitas biomasa

Nilai indikator kualitas tanah akan mempengaruhi indeks kualitas tanah. Kurniati dan Wahyu (2015) mengungkapkan C- Organik, respirasi mikroorganisme tanah, N- total tanah, kemantapan agregat dan porositas berkorelasi positif terhadap indeks kualitas tanah, sementara berat isi tanah berkorelasi negatif yang berarti semakin rendah nilai berat isi tanah maka semakin tinggi nilai indeks kualitas tanahnya dan semakin tinggi nilai C- Organik, respirasi mikroorganisme tanah, kandungan N- total tanah kemantapan agregat dan porositas maka semakin tinggi pula nilai indeks kualitas tanahnya.

### 2.1.2. Indeks Kualitas Tanah

Indeks kualitas tanah adalah suatu nilai yang dihitung berdasarkan skor dan bobot dari setiap indikator kualitas tanah. Martunis *et al.* (2016) menjelaskan bahwa

indeks kualitas tanah dapat dianalisis metode *Mausbach and Seybold* (1998) yang telah dimodifikasi oleh Partoyo (2005). Nilai indeks kualitas tanah berkisar antara 0 - 1, nilai indeks yang mendekati 1 menunjukkan kualitas yang semakin baik sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Indeks Kualitas Tanah (Partoyo (2005))

No	Nilai Indeks Kualitas Tanah	Keterangan
1.	0,80 - 1,00	Sangat baik
2.	0,60 - 0,79	Baik
3.	0,40 - 0,59	Sedang
4.	0,20 - 0,39	Rendah
5.	0,00 - 0,19	Sangat rendah

Hasil analisis indeks kualitas tanah menggunakan metode *Mausbach and Seybold* (1998) yang dimodifikasi oleh partoyo pada penelitian Juarti (2016) di Desa Sumber Brantas, Kota Batu menunjukkan bahwa penggunaan lahan tegalan yang ditanami tanaman semusim secara monokultur memiliki indeks kualitas tanah sebesar 0,42 termasuk kriteria sedang, sementara pada lahan tegalan yang ditanami tanaman semusim secara tumpangsari memiliki indeks kualitas tanah sebesar 0,38 termasuk kriteria rendah.

## 2.2. Hubungan Penggunaan Lahan Terhadap Indeks Kualitas Tanah

Penggunaan lahan merupakan hasil campur tangan manusia terhadap lahan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Penggunaan lahan pertanian dibedakan menurut komoditas yang diusahakan seperti tegalan, kebun dan sebagainya. Penggunaan lahan tegalan adalah daerah yang umumnya ditanami tanaman semusim sementara penggunaan lahan kebun adalah daerah yang ditanami dengan tanaman tahunan satu jenis maupun campuran. Suleman *et al.* (2016) mengungkapkan penggunaan lahan untuk kegiatan pertanian menyebabkan penurunan kualitas tanah jika tidak dilakukan upaya konservasi.

Perbedaan penggunaan lahan akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Perubahan sifat fisik tanah ditunjukkan dengan struktur tanah menjadi lebih padat akibatnya pori makro dan pori meso berkurang yang berdampak terhadap kapasitas infiltrasi dan daya simpan air. Hasil penelitian Saribun (2007) menunjukkan bahwa perbedaan penggunaan lahan memiliki bobot isi, porositas total, dan kadar air tanah, C-Organik, N-total dan K-tersedia serta sifat biologi yang berbeda nyata pada berbagai penggunaan lahan.

Hutan merupakan ekosisten alami dengan tanpa intervensi manusia, kebun campuran memiliki intervensi manusia yang sedang serta tegalan merupakan ekosistem dengan intervensi manusia terbanyak sehingga kemampuan tanah untuk dapat menjalankan fungsinya mengalami perbedaan sesuai dengan indeks kualitas tanah yang dimilikinya. Hasil penelitian Ayuningtias *et al.* (2016) menunjukkan bahwa indeks kualitas tanah pada beberapa penggunaan lahan yang berbeda (hutan, tegalan dan kebun campuran) memiliki nilai yang berbeda, dengan penggunaan lahan hutan memiliki indeks tertinggi dan tegalan yang terendah.

Penggunaan lahan hutan memiliki sifat fisik berupa kadar air, permeabilitas, dan porositas yang lebih baik dibandingkan penggunaan lahan tegalan dan kebun campuran (Ayuningtias *et al.*, 2016). Suprayogo *et al.* (2004) menambahkan hutan memiliki sistem perakaran yang panjang dan mampu berkembang dengan sangat baik sehingga aktivitas biologi tanah menjadi baik serta infiltrasi yang baik dan mampu bergerak secara lateral sehingga air lebih banyak diserap. Hutan memiliki C- Organik yang lebih tinggi karena variasi vegetasi dan seresah yang mampu menyumbang bahan organik lebih banyak sehingga C- Organik pada lahan hutan menjadi tertinggi dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain. Sesuai dengan Barek (2013) yang berpendapat bahwa tanah pada lahan hutan cenderung memiliki sifat kimia yang lebih baik yang dicirikan dengan pH yang cenderung netral, C-organik, N-total, P-tersedia, dan KTK yang lebih tinggi, dibandingkan dengan lahan agroforestri dan perkebunan kakao. Nilai total bakteri, respirasi bakteri dan populasi mikro organisme pada penggunaan lahan hutan juga tertinggi, karena kandungan bahan organik yang lebih tinggi.

Supriyadi *et al.* (2016) dalam hasil penelitiannya mengemukakan lahan agroforestri Sub-DAS Tirtomoyo memiliki sifat fisika tanah (berat isi, porositas dan permeabilitas) dan biologi (respirasi tanah dan biomassa karbon) yang baik, namun terdapat beberapa indikator kimia dalam keadaan rendah seperti C- Organik, N-total, K-tersedia dan kejenuhan basa. Hasil penelitian Marieta (2011) menunjukkan penggunaan lahan kebun campuran memiliki bobot isi terendah dibandingkan tanah tegalan, yang disebabkan karena lahan ini memiliki lapisan seresah yang tebal, permukaan tanah tertutup oleh kanopi tanaman, dan organisme tanah yang lebih banyak. Menurut Hairiah *et al.* (2004), penutupan permukaan tanah oleh kanopi

tanaman berfungsi sebagai pelindung tanah dari butir-butir air hujan yang jatuh, serta sisa vegetasi penutup tanah (seresah) dapat menyumbangkan lebih banyak bahan organik dan meningkatkan porositas dan pori makro tanah dari hasil dekomposisi seresah oleh organisme tanah. Sehingga tanah memiliki bahan organik tertinggi, pori makro yang lebih banyak, dan tanah menjadi lebih gembur dibandingkan penggunaan lahan lainnya.

Marieta (2011) mengungkapkan tegalan memiliki kualitas tanah yang lebih rendah jika dibandingkan dengan tanah kebun campuran. Tegalan memiliki kualitas sifat fisik dan hidrologi tanah rendah yang ditunjukkan oleh nilai bobot isi yang tertinggi dan nilai porositas, pori makro, infiltrasi, dan hantaran hidrolik yang rendah. Ayuningtias *et al.* (2016) menambahkan penggunaan lahan tegalan memiliki respirasi bakteri, nilai total bakteri, populasi mikroorganisme rendah, karena kandungan bahan organik yang rendah.

### 2.3. Kualitas Air

Kualitas air menunjukkan status mutu sehingga dapat dikelompokkan pada kategori tertentu dengan tingkat pencemaran tertentu. Kondisi kualitas air dengan kategori yang semakin baik akan mendukung keberlanjutan kehidupan organisme.

Susanti dan Rahardian (2017) mengungkapkan bahwa untuk mengetahui kualitas air dan dampak dari berbagai aktivitas manusia dalam DAS dapat dilakukan *monitoring* dan evaluasi kualitas air, salah satunya adalah dengan menggunakan bioindikator kualitas air. Bioindikator kualitas air memiliki kelebihan yang menurut Hakim dan Yulinah (2012) antara lain: a. mampu mencerminkan kondisi fisika, kimia dan biologi suatu perairan; b. memiliki respon terhadap stres yang berbeda; c. mampu merespon tekanan lingkungan antar waktu; d. biaya yang lebih murah.

Pemanfaatan makroinvertebrata sebagai parameter biologi dalam menilai kualitas air dapat digunakan secara kontinyu jika dibandingkan dengan parameter fisik-kimia yang hanya mampu menggambarkan kualitas air sesaat. Komunitas biota perairan menghabiskan seluruh hidupnya di lingkungan perairan tersebut sehingga apabila terjadi pencemaran akan bersifat akumulasi atau penimbunan dan secara langsung mempengaruhi kehidupan biota tersebut. Analisis sifat fisika-kimia air yang biasa dilakukan, adakalanya sulit diandalkan karena polutan cepat larut dalam air dan hilang ke muara sungai. Tjokrokusumo (2006) menambahkan analisis

kualitas air secara kimia memerlukan tambahan analisis daging ikan untuk melihat ada tidaknya akumulasi bahan berbahaya yang terakumulasi dalam hewan air yang terus hidup di dalam air yang terpolusi. Namun binatang air seperti ikan mobilitasnya sangat tinggi, sehingga makroinvertebrata yang mempunyai mobilitas relatif rendah akan sangat membantu untuk menelaah masalah polusi di dalam air dan dasar badan sungai yang terkontaminasi.

### 2.3.1. Biota Tidak Bertulang Belakang Indikator Kualitas Air (Biotilik)

Biota tidak bertulang belakang merupakan indikator biologi yang digunakan dalam menguji kualitas air sungai (Tjokrokusumo, 2006). Makroinvertebrata telah digunakan sebagai bioindikator dalam memantau pencemaran air, menentukan tingkat kesehatan ekosistem sungai, serta telah ditetapkan sebagai salah satu parameter kunci dalam melaksanakan pemantauan kualitas air (Rini, 2011).

Makroinvertebrata indikator kualitas air merupakan invertebrata yang mampu dilihat secara kasat mata dan mampu memberikan gambaran kualitas air dalam suatu perairan dengan sifat sifat seperti:

1. Habitatnya berada disemua perairan,
2. Memiliki keanekaragaman yang tinggi dengan respon yang bervariasi terhadap suatu gangguan ekosistem,
3. Mudah untuk dilakukan pengumpulan dan identifikasi sehingga dapat dimanfaatkan dalam menggambarkan pencemaran yang terjadi disuatu wilayah,
4. Terbatasnya pergerakan sehingga dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi lingkungan setempat,
5. Memerlukan peralatan yang mudah dalam melakukan analisis data.

Berdasarkan tingkat sensitifitasnya terhadap pencemaran air, terdapat 4 *group* biotilik, yaitu *group A*, *group B*, *group C* serta *group D*. *Group A* merupakan kelompok biotilik dengan respon yang sangat sensitif terhadap pencemaran, *Group B* merupakan kelompok biotilik dengan respon yang sensitif terhadap pencemaran. *Group C* merupakan kelompok biotilik dengan respon yang tahan terhadap pencemaran serta *Group D* merupakan kelompok biotilik dengan respon yang sangat tahan terhadap pencemaran.

2.3.2. Indeks Pencemaran Air Biotilik

Penilaian kualitas air dengan makroinvertebrata biotilik dilakukan berdasarkan perhitungan indeks pencemaran air (IPA) biotilik. Indeks pencemaran air biotilik merupakan perbandingan nilai total hasil perkalian antara jumlah jenis biotilik dari masing masing *group* dan skor biotilik dengan jumlah total biotilik (Rini, 2011). Indeks pencemaran air mencerminkan kategori kualitas air seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Pencemaran Air Biotilik (Rini *et al.*, 2011 )

No	Indeks Pencemaran Air Biotilik	Kategori Kualitas Air
1	3,1-4,0	Sangat bersih, pencemaran sangat ringan
2	2,6-3,0	Bersih, pencemaran sringan
3	2,1-2,5	Agak bersih, pencemaran sedang
4	1,6-2,0	Kotor, pencemaran agak berat
5	1-1,5	Sangat kotor, pencemaran berat

Jumlah komunitas biotilik yang ditemukan pada sungai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan. Oleh karena itu, diperlukan penilaian kondisi lingkungan perairan dengan indikator seperti kondisi vegetasi bantaran sungai, tingkat modifikasi sungai, kondisi substrat dasar sungai, serta aktivitas manusia di sekitar sungai yang akan menghasilkan kategori kondisi kesehatan habitat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 serta kualitas habitat seperti yang ditunjukkan oleh

Tabel 5

Tabel 4. Kondisi Kesehatan Habitat (Resh, 2010 )

Rata- Rata Skor	Kondisi Kesehatan Habitat
2,4-3,0	Sehat, habitat stabil dalam mendukung kehidupan biota dan menyediakan habitat dengan kondisi yang beragam
1,7-2,3	Kurang sehat, habitat kurang stabil dalam mendukung kehidupan biota dan menyediakan habitat dengan kondisi yang kurang bervariasi
1,0-1,6	Tidak sehat, habitat tidak stabil dalam mendukung kehidupan biota dan menyediakan habitat dengan kondisi yang tidak bervariasi



Tabel 5. Indikator Kualitas Habitat (Rini *et al.*, 2011)

Kualitas Habitat	Indikator
Baik	70% atau lebih parameter habitat sungai termasuk kedalam kategori “Baik (A)”
Buruk	70% atau lebih parameter habitat sungai termasuk kedalam kategori “Buruk (B)”
Cukup	Selain dari kedua indikator diatas

#### 2.4. Hubungan Penggunaan Lahan Terhadap Indeks Pencemaran Air

##### Biotilik

Penggunaan lahan merupakan salah satu bagian penting yang mempengaruhi kualitas air sungai. Hofer (2003) menyebutkan bahwa hutan lindung dan sistem agroforestri dapat memperbaiki kualitas air. Supangat (2008) mengemukakan DAS dengan hutan yang semakin kecil serta meningkatnya jenis penggunaan lahan mengakibatkan penurunan kualitas air sungai, terutama akibat adanya aktivitas pertanian dan pemukiman. Supriharyono (2009) mengemukakan pengolahan tanah pertanian yang intensif akan menghasilkan limbah berupa partikel-partikel sedimen, yang ketika tanah diairi, ikut terbawa ke perairan umum atau sungai. Selain itu pupuk dan pestisida yang diberikan pada tanaman tidak semuanya dapat diserap tanaman, tetapi sisanya akan terbuang ke lingkungan bersama-sama dengan partikel sedimen melalui saluran irigasi dan akhirnya ke sungai, selanjutnya mengalir ke laut. Adanya aktivitas domestik juga akan menurunkan kualitas air karena limbah yang dibuang kedalam aliran sungai.

Murtiono *et al.* (2015) dalam penelitiannya mengenai kualitas air di DAS Bengawan Solo Hulu menunjukkan pada penggunaan lahan hutan terdapat 7 *family* yaitu *Baetidae*, *Perlidae*, *Leptophlebidae*, *Rhyacopehilidae*, *Cloroperlidae*, *Nemouridae* dan *Tricorrythidae* yang menunjukkan bahwa di kawasan hutan, masih memiliki kualitas air yang baik. Pada lahan sawah ditemukan 6 *family* yang tersebar dalam 3 lokasi (Keduang, Wuryantoro dan Nguter) dengan jenis: *Baetidae*, *Polycentropodidae*, *Perlidae*, *Leptophlebidae*, *Cloroperlidae*, dan *Caenidae*, sedangkan pada pemukiman ditemukan 3 *family* pada 2 Sub DAS (*Upper Solo* dan *Alang*) dengan jenis: *Leptophlebidae*, *Baetidae* dan *Caenidae*. Pemukiman Sub DAS Keduang memiliki kualitas air yang kotor, pencemaran agak berat dengan

nilai 2,00. Kondisi ini disebabkan karena adanya beban pencemar yang lebih banyak berada di pemukiman dibandingkan dengan hutan maupun sawah.

Menurut hasil penelitian Wafa *et al.* (2014) perubahan penggunaan lahan di wilayah hulu menjadi penyebab penurunan kualitas air sungai Plubon Kabupaten Semarang Barat. Didukung oleh Hasil Penelitian Suryadi *et al.* (2006) di wilayah DAS Air Hitam dengan penggunaan lahan hutan sangat kecil namun penggunaan lahan perkebunan kopi yang dominan mempunyai kualitas air sungai paling bersih dengan keragaman dan kelimpahan biotilik yang tertinggi karena pengelolaan kebun kopi yang masih tradisional yaitu belum menggunakan pupuk kimia dan pestisida. Sementara itu di wilayah hilir Way Besai mempunyai kualitas air rendah, karena adanya penggunaan lahan sawah yang diolah secara intensif. Suryadi *et al.* (2007) menambahkan pencemaran air sungai berhubungan dengan adanya penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara luas pada lahan sawah.

### 2.5. Karakteristik DAS Mikro Sisim

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan sebagaimana yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS terdiri dari beberapa Sub DAS, salah satunya adalah DAS Brantas yang terdiri dari beberapa Sub DAS termasuk Sub DAS Brantas Hulu.

Sub DAS Brantas Hulu merupakan salah satu bagian dari DAS Brantas dan telah mengalami penurunan fungsi DAS. Menurut Widiyanto *et al.* (2010) permasalahan yang menjadi penyebab penurunan fungsi DAS dan telah menjadi perhatian pemerintah antara lain meliputi (a) adanya perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi lahan pertanian, (b) kuantitas dan kualitas air yang semakin menurun, dan (c) degradasi lahan yang meningkat. Terjadi penebangan hutan besar-besaran pada akhir tahun 1990-an dimana mayoyitas lahan hutan diubah menjadi lahan tegalan dan ditanami sayuran diduga menjadi penyebab utama penurunan fungsi DAS. Perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan budidaya pertanian

tidak hanya peningkatan erosi dan sedimentasi, namun juga mengakibatkan banjir dan kekeringan. Akibatnya, kondisi hidrologi setelah tahun 2000 menjadi semakin kritis.

DAS Mikro merupakan bagian dari Sub Sub DAS yang menerima hujan dan mengalirkannya dari daerah tangkapan paling hulu DAS pada sungai orde 1 ke anak anak sungai yang selanjutnya menuju sungai utama (Sastrowihardjo, 2015). DAS Mikro Sisim adalah bagian dari Sub DAS Brantas Hulu yang secara administratif terletak di Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan luasan ±933,17 Ha. Berdasarkan pembagian DAS menurut Tanika *et al.* (2016) yang ditunjukkan oleh

Tabel 6 maka DAS Sisim termasuk kedalam kategori DAS Mikro karena memiliki luasan 9,33 km<sup>2</sup>.

Tabel 6. Klasifikasi DAS Berdasarkan Luas Wilayah

No.	Kelompok DAS	Deskripsi	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )	Karakteristik
1.	DAS mikro	Wilayah tangkapan air masuk ke dalam sebuah aliran anak sungai	5-100	- DAS sangat sensitif terhadap pola curah hujan tinggi dengan waktu singkat - Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS sangat berpengaruh
2.	DAS meso	Gabungan dari DAS mikro; wilayah tangkapan air terdiri dari beberapa anak sungai	100-500	- Pola drainase cukup berpengaruh
3.	DAS makro	Gabungan DAS meso; wilayah tangkapan air masuk ke dalam sungai utama	>500	- Jaringan sungai sudah terbentuk sehingga kapasitas penyimpanan air lebih dominan - Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS menjadi salah satu kendala

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2019. Lokasi penelitian berada di DAS Mikro Sisim yang secara administratif terletak di Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo

Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan luasan  $\pm 933,17$  Ha (Lampiran 1). Analisis contoh tanah dan biotilik dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 7.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat	Fungsi
1.	<i>Geomatica</i> 2013	Perangkat lunak untuk membuat peta
2.	<i>Arc Map</i> 10.3	Perangkat lunak untuk membuat peta
3.	GPS ( <i>Global Positioning System</i> )	Alat untuk menentukan titik koordinat pengamatan
4.	Jaring dengan ukuran 500 mikron	Alat untuk Menjaring substrat
5.	Kaca pembesar	Alat untuk melihat biotilik yang berukuran kecil
6.	Kamera	Alat untuk mendokumentasikan kegiatan
7.	Klinometer	Alat untuk mengukur kemiringan lereng
8.	Kotak Besi	Alat untuk pengambilan contoh tanah utuh
9.	Meteran	Alat untuk mengukur kedalaman perakaran
10.	Nampan plastik	Alat untuk wadah substrat dari hasil menjaring
11.	Pinset	Memisahkan biotilik dari substrat
<b>Bahan</b>		
11.	Alkohol 95%	Bahan untuk mengawetkan contoh biotilik
12.	Buku panduan indentifikasi biotilik	Bahan dasar indentifikasi biotilik
13.	Lembar pemeriksaan lingkungan perairan sungai	Bahan pemeriksaan habitat (bantaran) sungai
14.	Citra lansat 8 OLI <i>path</i> 118 <i>row</i> 65 8 April 2019	Bahan pembuatan peta penggunaan lahan
15.	Contoh tanah utuh dan hancuran	Bahan yang akan diteliti
16.	DEMNAS 8,3 Meter	Bahan dalam membuat peta lereng dan peta administrasi
17.	Peta administrasi	Bahan dalam penelitian
18.	Peta kelerengan	Bahan dalam membuat peta SPL
19.	Peta penggunaan lahan	Bahan dalam membuat peta SPL
20.	Peta SPL	Bahan dalam menentukan titik pengambilan contoh tanah
21.	Plastik	Bahan dalam pengambilan contoh tanah hancuran
22.	Rafia	Bahan dalam pembuatan <i>frame</i> pengamatan

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei dengan analisis deskriptif yaitu melalui kegiatan observasi lapangan dan analisis laboratorium. Kegiatan survei lapangan dilakukan untuk mendapatkan data primer berupa kondisi umum biofisik wilayah dan kedalaman perakaran serta pengambilan contoh tanah. Titik pengambilan contoh tanah ditetapkan dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu titik telah ditentukan menggunakan pendekatan satuan peta lahan (SPL) pada beberapa penggunaan lahan dan kemiringan lereng yang terdapat di DAS Mikro Sisim. Kegiatan survei lapangan juga dilakukan untuk melakukan pengambilan contoh biotilik dengan titik pengambilan contoh didasarkan pada jenis sumber polusi (titik dan tersebar) yang terdapat di DAS Mikro Sisim. Adapun analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui sifat fisika, kimia tanah serta identifikasi biotilik.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya yaitu:

#### 3.4.1 Persiapan Penelitian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan penelitian terdiri pembuatan peta pendukung berupa peta administrasi, peta penggunaan lahan, peta kelerengan, peta SPL dan peta pengambilan contoh biotilik (Lampiran 1, 2, 3, 4, dan 5), kemudian melihat kondisi lapangan untuk melakukan validasi awal peta pendukung, mengurus perijinan lokasi penelitian, serta menyiapkan alat dan bahan untuk pengambilan contoh tanah dan contoh biotilik serta analisis laboratorium.

#### 3.4.2 Survei Lapangan

##### 1. Pengambilan contoh tanah

Kegiatan survei lapangan dilakukan untuk melakukan validasi kembali peta pendukung serta melakukan pengambilan contoh tanah di lapangan baik tanah utuh maupun hancuran dan contoh biotilik. Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan menumpangtindihkan (*overlay*) peta penggunaan lahan dengan peta kelerengan sehingga didapatkan satuan peta lahan (Lampiran 4). Peta penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan klasifikasi citra lansat 8 Oli *path* 118 *row* 65 yang di rekam pada tanggal 8 April 2019 dan peta rupa bumi indonesia skala 1:

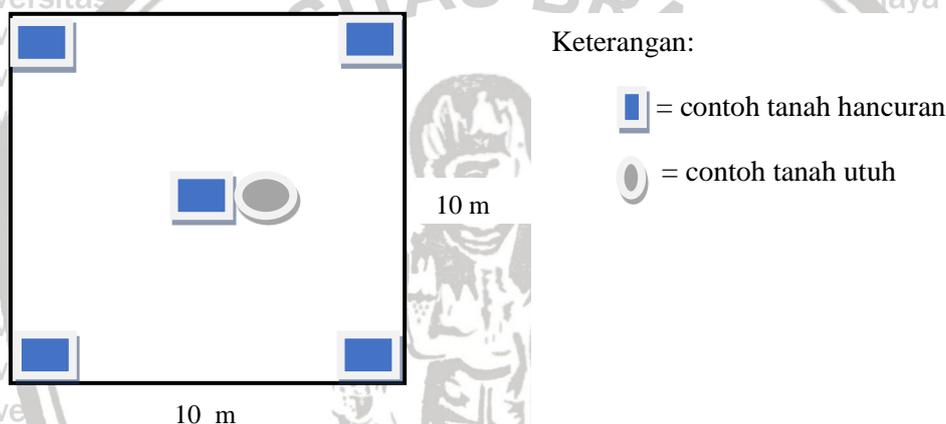
25.000, serta peta kelerengan diperoleh dari DEMNAS 8,3 meter. DAS Mikro Sisim berdasarkan hasil analisis spasial memiliki 22 SPL (Lampiran 4) yang terdiri dari penggunaan lahan hutan produksi, kebun campuran, tegalan, semak belukar serta pemukiman dengan berbagai kemiringan lereng.

Seluruh satuan peta lahan dengan kesamaan sifat fisik kemudian di pilih menjadi beberapa satuan peta lahan yang mampu menggambarkan kondisi aktual di lapangan dengan mempertimbangkan luas area yang dominan pada masing-masing satuan lahan, waktu, serta kemudahan dalam mencapai lokasi (Saribun, 2007). Sehingga dalam penelitian ini pengambilan contoh tanah dilakukan hanya pada lahan pertanian berupa tegalan, kebun campuran dengan hutan produksi sebagai kontrol pada kemiringan lereng 8-15% (agak miring), 15-25% (miring), 25-40% (agak curam) dan 40-60% (curam) (Tabel 8). Pembagian kelas kemiringan lereng didasarkan Ritung *et al.* (2007). Titik pengambilan contoh tanah dilakukan pada penggunaan lahan tegalan dan kebun campuran karena penggunaan lahan tersebut merupakan penggunaan lahan yang dominan serta merupakan lahan mampu menggambarkan intensitas kegiatan budidaya pertanian di DAS Mikro Sisim. Intensitas kegiatan pertanian tertinggi terletak pada lahan tegalan, kemudian kebun campuran memiliki intensitas yang relatif sedang serta hutan produksi memiliki intensitas terendah.

Pada masing masing penggunaan lahan memiliki kemiringan lereng yang bervariasi yaitu 8-15% (agak miring), 15-25% (miring), 25-40% (agak curam) dan 40-60% (curam) digunakan dalam kegiatan penelitian ini karena untuk lebih menggambarkan kondisi aktual DAS Mikro Sisim serta mempertimbangkan kelas kemiringan lereng untuk kegiatan budidaya pertanian. Menurut Ritung *et al.* (2007) batas atas lereng untuk budidaya pertanian selain mempertimbangkan keberlanjutan usaha pertanian dan resiko terhadap lingkungan, penetapan batas atas lereng untuk budidaya pertanian sebesar 40%

Tabel 2. Lokasi Pengambilan Contoh Tanah

No	Lokasi		SPL	Kode Penggunaan		Kemiringan Lereng (%)	Tutupan Lahan
	X	Y		Plot	Lahan		
1	666929,70	9133770,84	11	H2	Hutan	8-15	Pinus
2	664893,12	9131537,45	12	H3	Produksi	15-25	Pinus
3	665002,83	9132873,1	13	H4		25-40	Pinus
4	664951,97	9133030,2	14	H5		40-60	Pinus
5	666189,16	9132821,94	2	KC2	Kebun	8-15	Pinus, cabai
6	666385,88	9132659,93	3	KC3	campuran	15-25	Pinus, jagung, cabai
7	665100,04	9132122,54	4	KC4		25-40	Pinus, cabai, ubi kayu, jagung, kopi
8	665401,20	9132463,86	5	KC5		40-60	Pinus, jagung, kopi
9	666666,10	9133059,5	6	T2	Tegalan	8-15	Bunga mawar
10	665461,44	9133092,97	7	T3		15-25	Bunga mawar
11	665816,14	91333588,2	8	T4		25-40	Bunga mawar
12	665762,69	9133889,38	9	T5		40-60	Bunga Peacock



Gambar 1. Plot Pengambilan Contoh Tanah

Titik pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan plot pengamatan sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada kedalaman lapisan olah tanah atas (0-25 cm) sebanyak tiga ulangan sesuai dengan metode pengambilan contoh tanah dalam metode *Mausbach and Seybold* (1998) yang dimodifikasi oleh Partoyo (2005) dengan asumsi pada penggunaan lahan tegalan dilakukan pengolahan tanah dilakukan pada kedalaman 0-25 cm sehingga pada penggunaan lahan kebun campuran dan hutan juga dilakukan pada kedalaman 0-25 cm meskipun pada lahan hutan produksi dan kebun campuran tidak dilakukan pengolahan tanah. Plot pengambilan contoh tanah berukuran 10 x 10 meter karena luasan dari lahan pertanian yang dibudidayakan umumnya  $\leq 2.500 \text{ m}^2$ .

2. Pengambilan contoh biotilik

Pengambilan contoh biotilik dilakukan setelah melaksanakan identifikasi kondisi lingkungan perairan. Identifikasi kondisi lingkungan perairan dengan cara mengamati kondisi sekitar perairan sungai sejauh 100 m untuk mengetahui gambaran umum lingkungan perairan di wilayah DAS Mikro Sisim menggunakan lembar pemeriksaan kondisi lingkungan perairan sungai yang meliputi kondisi habitat, substrat serta gangguan (Rini, 2011).

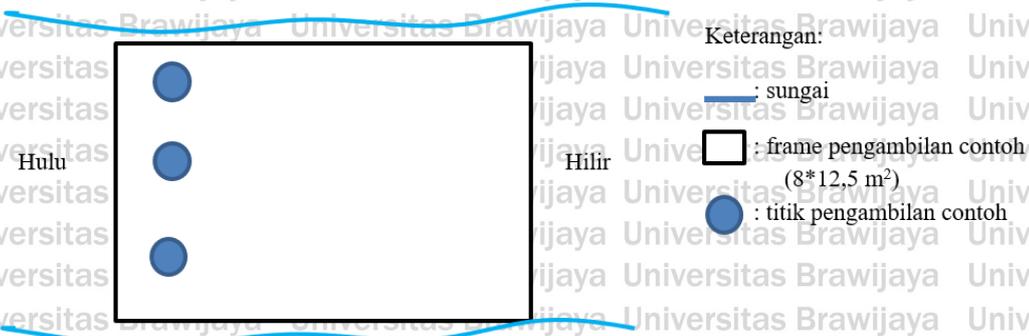
Berdasarkan bentuk sebarannya (Syahril, 2011) terdapat dua sumber pencemaran air, yaitu: a) sumber pencemaran tersebar (*non point source pollution*) dan b) sumber pencemaran titik (*point source pollution*). Sumber pencemaran tersebar merupakan sumber pencemar yang tidak diketahui dengan jelas lokasi sumbernya. Sumber pencemaran titik merupakan sumber pencemaran yang berasal dari titik-titik tertentu di sepanjang badan air yang dapat diketahui dengan jelas lokasi sumbernya. Lokasi pengambilan contoh biotilik dilakukan pada sumber polusi titik dan sumber pencemaran tersebar (Lampiran 5). Sumber pencemaran titik terletak pada penggunaan lahan hutan produksi sebagai kontrol, tegalan, kebun campuran, pemukiman serta pada sumber polusi tersebar (*non point source pollution*) terletak di *outlet* DAS Mikro Sisim (Tabel 9).

Tabel 3. Lokasi Pengambilan Contoh Biotilik

No	Lokasi		Penggunaan Lahan	Keterangan
	X	Y		
1.	665387	9133098	Kebun Campuran	PS
2.	666158	9132784	Pemukiman	PS
3.	666315	9132989	Tegalan	PS
4.	666905	9133676	Hutan Produksi	PS
5.	667412	9132182	Pemukiman	NPS Outlet

Keterangan: PS (*point source pollution*); NPS (*non point source pollution*)

Pengambilan contoh biotilik dilakukan pada sumber polusi titik (PS) dan sumber polusi tersebar (NPS) untuk lebih mencerminkan aktivitas domestik masyarakat di seluruh wilayah DAS Mikro Sisim. Pengambilan contoh biotilik dilakukan pada *frame* pengamatan dengan luas 100 m<sup>2</sup> (Gambar 3) dengan tiga titik pengamatan (kanan, tengah dan kiri) sungai. Tata cara pengambilan contoh dilakukan dengan metode *kicking* (Lampiran 6) yang dilakukan untuk mendapatkan contoh biotilik dari dasar sungai yang berpasir dan berbatu kecil.



Gambar 2. *Frame* Pengambilan Contoh Biolitik

**3.4.3. Pasca Lapangan**

Tahap pasca lapangan dilakukan dengan menganalisis contoh tanah di laboratorium yang kemudian dilakukan analisis data untuk mengetahui indeks kualitas tanah pada masing masing plot. Kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

**3.4.3.1 Analisis laboratorium**

1. Kualitas Tanah

Contoh tanah yang telah didapatkan dari lapangan kemudian dianalisis menggunakan beberapa indikator yang ditunjukkan oleh Tabel 10

Tabel 4. Indikator Pengamatan

No.	Indikator	Metode Analisis	Keterangan
1.	Berat isi	Ring blok	Contoh tanah utuh
2.	Berat jenis	Piknometer	Contoh tanah hancuran
3.	C- Organik	Walkley and blackey	Contoh tanah hancuran
4.	K- tersedia	Flamefotometer	Contoh tanah hancuran
5.	Kedalaman efektif	Pengeboran	-
6.	Kemantapan agregat	Ayakan Basah	Contoh tanah hancuran
7.	N- Total	Kjeldal	Contoh tanah hancuran
8.	P – tersedia	P- Bray I	Contoh tanah hancuran
9.	pH	H <sub>2</sub> O	Contoh tanah hancuran
10.	Porositas total	1-(BI/BJ) x 100%	Contoh tanah utuh

Indikator yang digunakan untuk menganalisis indeks kualitas tanah disesuaikan dengan indikator kualitas tanah dalam Mausebach modifikasi antara lain adalah berat isi, C- Organik, K dapat ditukar, kedalaman efektif, kemantapan agregat, N total, P tersedia, pH, porositas total. Pemilihan sifat tanah tersebut karena disesuaikan dengan peran dari masing masing sifat tanah dalam mendukung fungsi tanah. Misalnya fungsi tanah untuk melestarikan aktivitas biologi (parameter medium perakaran, kelengasan dan keharayaan) menggunakan indikator kedalaman efektif (cm) berat isi (g.cm<sup>-3</sup>), C- organik (%), kemantapan agregat (%), pH, P tersedia (mg.kg<sup>-1</sup>), K dapat ditukar (me/100mg), C- organik (%), N- total (%).



Fungsi pengaturan dan penyaringan air menggunakan indikator kemantapan agregat (%), porositas (%), berat isi ( $\text{g.cm}^{-1}$ ). Fungsi *filter* dan *buffering* menggunakan indikator kemantapan agregat (mm) porositas (%) serta parameter proses mikrobiologis menggunakan indikator C- organik (%) dan N- total (%).

## 2. Identifikasi Biotilik

Langkah kerja yang dilakukan dalam mengidentifikasi contoh biotilik adalah dengan memasukkan contoh biotilik kedalam cawan petri menggunakan pinset kemudian ditambahkan alkohol agar contoh biotilik tetap awet. Kegiatan identifikasi untuk mengetahui nama *family* dan *group* serta jumlah biotilik pada setiap sampel biotilik menggunakan buku panduan indentifikasi biotilik dengan memperhatikan morfologi hewan yang meliputi ukuran, bentuk tubuh, bentuk kepala, dan bentuk kaki.

### 3.4.3.2. Analisis Data

#### 1. Kualitas Tanah

Hasil dari analisis laboratorium kemudian dilakukan analisis indeks kualitas tanah menggunakan metode *Mausbach and Seybold* (1998) yang dimodifikasi oleh Partoyo (2005) yang ditunjukkan oleh Tabel 11. Modifikasi yang dilakukan antara lain adalah parameter C total diganti dengan C- Organik, dengan mempertimbangkan kemudahan dalam analisis. Batas atas dan batas bawah setiap parameter disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Indeks kualitas tanah dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{IKT} = \sum_{i=1}^n W_i \times S_i \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

IKT = indeks kualitas tanah

$S_i$  = skor

$W_i$  = bobot

n = jumlah indikator kualitas tanah

Tabel 5. Penilaian Indeks Kualitas Tanah

Fungsi Tanah	Parameter Tanah	Indeks Bobot	Fungsi Penilaian					
			Batas Bawah	Batas Atas	Batas			
Bobot 1	Bobot 2	Bobot 3	x1	y1	x2	y2		
<b>Melestarikan aktivitas biologi</b>	<b>Medium perakaran</b>	0,33						
	Kedalaman efektif (cm)	0,6	0,080	15	0	140	1	
	Berat isi (gr.cm <sup>3</sup> )	0,4	0,048	0,8	0	1,4	1	
	<b>Kelengasan</b>	0,33						
	Porositas (%)	0,2	0,024	30	0	65	1	
	C- Organik (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,4	0,048	0,2	0	3	1	
	Kemantapan agregat (%)	0,4	0,048	0,4	0	4	1	
	<b>Keharaan</b>	0,33						
	pH	0,1	0,012	5,3	0	7,5	1	
	P tersedia (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,024	4	0	10	1	
<b>Pengaturan dan penyaringan air</b>	K dapat ditukar (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,024	0,1	0	1	1	
	C- Organik (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,036	0,2	0	3	1	
	N- total (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,024	0,1	0	0,75	1	
	<b>Filter dan buffering</b>	Kemantapan agregat (%)	0,60	0,018	0,4	0	4	1
		Porositas (%)	0,20	0,060	30	0	65	1
	<b>Filter dan buffering</b>	Berat isi (gr.cm <sup>-1</sup> )	0,20	0,060	0,8	0	1,4	1
		Kemantapan agregat (%)	0,60	0,180	0,4	0	4	1
		Porositas (%)	0,10	0,030	30	0	65	1
		Proses mikrobiologis	0,3					
	<b>Filter dan buffering</b>	C- organik	0,5	0,045	0,2	0	3	1
N- total		0,5	0,045	0,1	0	0,75	1	
<b>Total</b>			1		0	1		

Keterangan: x1 dan x2 merupakan batas bawah dan batas atas, y1 dan y2 merupakan nilai skor yang diperoleh dari hasil analisis contoh tanah yang telah dikonversi menjadi 0-1.

Adapun cara perhitungan indeks adalah sebagai berikut :

- Indeks bobot dihitung dengan mengalikan bobot fungsi tanah (bobot 1) dengan bobot parameter tanah (bobot 2 dan bobot 3). Misalnya, indeks bobot untuk kedalaman efektif diperoleh dengan mengalikan 0,40 (bobot 1) dengan 0,33 (bobot 2) dengan 0,60 (bobot 3), dan hasilnya sama dengan 0,080.
- Skor berkisar dari 0 untuk kondisi buruk dan 1 untuk kondisi baik. Penetapan skor dapat melalui interpolasi atau persamaan linier sesuai dengan kisaran yang ditetapkan berdasar harkat atau berdasarkan data yang diperoleh. Persamaan tersebut adalah

$$Y = (x - x_2) / (x_1 - x_2) \dots \dots \dots (2)$$



$$Y = 1 - (x - x_2) / (x_1 - x_2) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan: Y adalah skor linier, x adalah nilai sifat tanah, x<sub>2</sub> adalah nilai batas atas dan x<sub>1</sub> nilai batas bawah

Persamaan “2” digunakan untuk parameter berat isi sementara parameter P tersedia, K dapat ditukar, N total, C- Organik, pH, kedalaman efektif serta kemantapan agregat menggunakan persamaan “3” (Masto *et al.*, 2007).

Hasil yang didapatkan dari perhitungan IKT kemudian dikelaskan menurut nilai indeks kualitas tanah (Tabel 12).

Tabel 6. Kategori Indeks Kualitas Tanah (Partoyo, 2005)

No	Nilai Indeks Kualitas Tanah	Keterangan
1.	0,80 - 1,00	Sangat baik
2.	0,60 - 0,79	Baik
3.	0,40 - 0,59	Sedang
4.	0,20 - 0,39	Rendah
5.	0,00 - 0,19	Sangat rendah

2. Kualitas Air

Penilaian bioindikator kualitas air dilakukan berdasarkan perhitungan indeks pencemaran air (IPA) biotilik. Indeks pencemaran air biotilik merupakan perbandingan nilai total hasil perkalian antara jumlah jenis biotilik dari masing masing *group* dan skor biotilik dengan jumlah total biotilik (Rini, 2011) secara matematis ditunjukkan oleh persamaan:

$$IPA = Y / X \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan: X adalah jumlah biotilik dalam setiap *group*, Y adalah hasil perkalian antara jumlah biotilik dalam setiap *group* dengan skor dari masing masing *group*; A, B,C,D memiliki skor secara berurutan sebagai berikut 4, 3, 2, 1.

Indeks pencemaran air mencerminkan kategori kualitas air seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 13.

Tabel 7. Indeks Pencemaran Air Biotilik ( Rini *et al.*,2011)

No	Indeks Pencemaran Air Biotilik	Kategori Kualitas Air
1	3,1-4,0	Sangat bersih, pencemaran sangat ringan
2	2,6-3,0	Bersih, pencemaran sringan
3	2,1-2,5	Agak bersih, pencemaran sedang
4	1,6-2,0	Kotor, pencemaran agak berat
5	1-1,5	Sangat kotor, pencemaran berat

Jumlah komunitas biotilik yang ditemukan pada sungai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (habitat) perairan. Oleh karena itu diperlukan penilaian kondisi kondisi lingkungan perairan dengan indikator kondisi vegetasi bantaran sungai,



tingkat modifikasi sungai, kondisi substrat dasar sungai, serta aktivitas manusia di sekitar sungai yang akan menghasilkan kondisi kesehatan habitat. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan skor dan nilai dari setiap parameter dan merata-ratakannya kemudian mengklasifikannya sesuai dengan Tabel 14 dan 15.

Tabel 8. Kondisi Kesehatan Habitat (Ecoton, 2013)

Rata- Rata Skor	Kondisi Kesehatan Habitat
2,4-3,0	Sehat, habitat stabil dalam mendukung kehidupan biota dan menyediakan habitat dengan kondisi yang beragam
1,7-2,3	Kurang sehat, habitat kurang stabil dalam mendukung kehidupan biota dan menyediakan habitat dengan kondisi yang kurang bervariasi
1,0-1,6	Tidak sehat, habitat tidak stabil dalam mendukung kehidupan biota dan menyediakan habitat dengan kondisi yang tidak bervariasi

Tabel 9. Indikator Kualitas Habitat (Rini *et al.*, 2011)

Kualitas Habitat	Indikator
Baik	70% atau lebih parameter habitat sungai termasuk kedalam kategori “Baik (A)”
Buruk	70% atau lebih parameter habitat sungai termasuk kedalam kategori “Buruk (B)”
Cukup	Selain dari kedua indikator diatas

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

DAS Mikro Sisim yang secara administratif terletak di Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan luasan  $\pm 933,17$  Ha. Berdasarkan kelas kemiringan lereng yang ditetapkan oleh Ritung *et al.* (2007) kemiringan lereng yang terdapat di DAS Mikro Sisim antara lain 3 – 8 % ( $\pm 9,528$  Ha), 8 – 15 % ( $\pm 74,27$  Ha), 15 - 25 % ( $\pm 169,52$  Ha), 25 - 40 % ( $\pm 504,63$  Ha), 40 - 60% ( $\pm 174,5$  Ha), dan >60% ( $\pm 0,73$  Ha). DAS Mikro Sisim didominasi oleh kemiringan lereng miring (15-25%), agak curam (25-40%) dan curam (40-60%). Penggunaan lahan yang terdapat di DAS Mikro Sisim berdasarkan luasannya, tegalan memiliki luasan terluas yaitu seluas  $\pm 406,714$  Ha, kemudian kebun campuran seluas  $\pm 321,862$  Ha, hutan produksi seluas  $\pm 127,308$  Ha, pemukiman seluas  $\pm 63,706$  dan semak belukar seluas  $\pm 13,449$  Ha. Terdapat 12 plot pengamatan yang digunakan penelitian ini dengan gambaran umum setiap plot pengamatan ditunjukkan oleh Tabel 16 dan Gambar 4.

Tabel 1. Kondisi Umum Plot Pengamatan

No	Kode Plot	Kemiringan Lereng %		Tutupan lahan	Pengelolaan
1	H2	13	5,85	Pinus, rumput gajah	Teras
2	H3	23	10,35	Pinus, rumput gajah	Teras
3	H4	38	17,1	Pinus, rumput gajah	Teras
4	H5	56	25,2	Pinus, rumput gajah	Teras
5	KC2	14	6,3	Pinus cabai	Gulud
6	KC3	22	9,9	Pinus, jagung, pisang	Gulud
7	KC4	36	16,2	Pinus cabai ubi kayu, jagung kopi	Gulud, teras
8	KC5	52	23,4	Pinus jagung kopi	Teras
9	T2	11	4,95	Mawar	Gulud, monokultur
10	T3	20	9	Mawar	Gulud, monokultur
11	T4	32	14,4	Mawar	Gulud, monokultur, teras
12	T5	48	21,6	Peacock	Gulud, monokultur, teras

Keterangan: Kolom Kode Plot; (T)Tegalan, (KC) Kebun Campuran, (H) Hutan Produksi dengan angka 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%).



Gambar 1. Kondisi lahan Pada Setiap Plot Pengamatan; a. T2, b. T3, c. T4, d. T5, e. KC2, f. KC3, g. KC4, h. KC5, i. H2, j. H3, k. H4, l. H5 dengan (T) tegalan, (KC) kebun campuran, (H) hutan produksi dengan angka 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%).

Berdasarkan Tabel 16, plot T2, T3, merupakan lahan tegalan yang ditanami dengan tanaman mawar secara monokultur pada guludan sementara pada plot T4 juga memiliki penggunaan lahan tegalan dengan tutupan berupa tanaman mawar yang ditanam pada guludan serta terdapat teras. Plot T5 memiliki tutupan lahan berupa bunga *peacock* yang ditanam secara monokultur pada gulud yang diteras. Berdasarkan wawancara terhadap petani dan observasi lapangan secara langsung, diketahui bahwa petani mawar secara umum melakukan penambahan input kimia kedalam pengelolaannya dengan sedikit penambahan bahan organik. Pemberian pupuk kimia berupa pupuk Za dan atau Urea dilakukan sebanyak 150 kg/ ha yang diaplikasikan setiap bulannya. Selain itu, untuk meningkatkan produksi bunga juga dilakukan penambahan pupuk KCL dengan sebanyak 200 kg/ ha serta pupuk TSP sebanyak 100 kg/ha setiap bulannya. Meskipun demikian, petani juga melakukan penambahan bahan organik berupa pupuk kandang walaupun dosis yang diberikan hanya dengan perkiraan saja  $\pm 200-500$  kg/ha/tahun. Untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit petani melakukan penyemprotan berupa fungisida setiap hari terutama pada musim penghujan dan 2 kali dalam seminggu jika musim kemarau.

Plot pengamatan KC 2, KC 3, KC 4, KC 5 memiliki penggunaan lahan kebun campuran dengan tutupan lahan secara berurutan adalah pinus, cabai; pinus, jagung, pisang; pinus, cabai, ubi kayu, jagung, kopi; dan pinus, jagung, kopi. Pengelolaan yang dilakukan pada setiap plot kebun campuran adalah dengan memanfaatkan gulud untuk melakukan penanaman tanaman semusim sementara itu untuk tanaman tahunan berada di tepian lahan dan sebagian diantara guludan dan diteras. Plot pengamatan H2, H3, H4 dan H5 merupakan plot dengan penggunaan lahan berupa hutan produksi dengan tutupan lahan utama berupa tanaman pinus dengan tanaman bawah adalah rumput gajah. Pengelolaan lahan yang terdapat pada penggunaan lahan hutan produksi ini adalah teras.

Penggunaan lahan dan kemiringan lereng yang bervariasi di DAS Mikro Sisim menyebabkan tanah memiliki sifat fisika, kimia dan biologi yang berbeda sehingga nilai IKT yang dimiliki juga berbeda. Sesuai dengan hasil penelitian Muslim (2018) bahwa sifat-sifat tanah di Desa Mertelu dipengaruhi oleh perbedaan penggunaan lahan dan kemiringan lereng sehingga indeks kualitas tanah tertinggi pada lahan

semak belukar kemiringan lereng curam dan diikuti lahan kebun kemiringan curam dengan, serta terendah pada lahan tegalan kemiringan lereng curam. Penggunaan lahan mempengaruhi besarnya kandungan C- organik, nitrogen, fosfor, kapasitas tukar kation, permeabilitas, porositas dan infiltrasi (Sanchez Maranon *et al.*, 2002).

Kemiringan lereng 10% menunjukkan dua titik yang berjarak horizontal 100 meter yang mempunyai selisih tinggi 10 meter. Nilai kemiringan lereng 100% sama dengan kemiringan lereng 45 derajat (Meylina *et al.*, 2015). Kemiringan lereng merupakan satu faktor yang mempengaruhi dalam pengelolaan tanah terkait dengan aksesibilitas, pencucian hara, serta pengikisan tanah. Martono (2004) menambahkan lereng dengan kemiringan yang semakin curam dan meningkatkan kecepatan aliran permukaan dan volume air permukaan semakin besar, sehingga mampu mengikis tanah yang akhirnya meninggalkan tanah yang kurang subur. Didukung dengan hasil penelitian Yusrial dan Wisnubroto (2004) yang menunjukkan bahwa pada lahan yang berkemiringan tinggi terjadi penurunan bahan organik, permeabilitas dan porositas tanah.

Pengambilan contoh biotilik hanya dapat dilakukan di *Non Point Souce* (NPS) *Outlet* yang terdapat di DAS Mikro Sisim dengan kondisi sungai yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 2. Kondisi Plot Pengamatan IPA Biotilik; a. *Point Source* (PS) Kebun Campuran, b. *Point Source* (PS) Pemukiman, c. *Point Source* (PS) Tegalan, d. *Point Source* (PS) Hutan dan e. *Non Point Source* (NPS) *Outlet* DAS Mikro Sisim

Kemiringan lereng yang curam dan akses yang tidak mudah dijangkau (Gambar 5a dan 5d), kondisi perairan yang mengering (Gambar 5b dan 5c)

menyebabkan pengambilan contoh biotilik pada sumber pencemaran titik (PS) tidak dapat dilakukan.

## 4.2. Karakteristik Sifat Tanah Lokasi Penelitian

Tanah pada lokasi penelitian memiliki karakteristik sifat fisika dan kimia sebagai berikut:

### 4.2.1. Sifat Fisika Tanah

Hasil analisis sifat fisika tanah ditunjukkan oleh Tabel 17.

Tabel 2. Hasil Rerata Analisis Sifat Fisika Tanah

No	Kode Plot	Berat Isi (g.cm <sup>-3</sup> )	Porositas (%)	Kemantapan Agregat (mm)	Kedalaman efektif (cm)
1	H2	0,94	60,15	3,43	120
2	H3	0,87	67,47	3,42	120
3	H4	0,88	64,64	4,30	120
4	H5	0,84	65,6	4,30	120
5	KC2	1,08	52,36	2,03	120
6	KC3	1,05	61,63	2,05	120
7	KC4	0,98	62,60	2,27	120
8	KC5	0,96	57,26	2,54	120
9	T2	1,11	45,72	0,98	100
10	T3	1,11	52,32	0,95	73
11	T4	1,12	52,55	0,92	60
12	T5	1,13	51,89	0,83	72

Keterangan: Kolom Kode Plot; (T) tegalan, (KC) kebun campuran, (H) hutan produksi dengan angka 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%).

#### 4.2.1.1. Berat Isi

Berdasarkan Tabel 17, berat isi yang terdapat di beberapa penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim memiliki rentang 0,84 – 1,13 g.cm<sup>-3</sup>. Berat isi tertinggi terletak pada plot T5 yang memiliki penggunaan lahan berupa tegalan dengan kemiringan lereng 40-60% sementara berat isi terendah terletak pada plot H5 yaitu pada penggunaan lahan berupa hutan produksi dengan kemiringan lereng 40-60%. Pada plot pengamatan hutan produksi memiliki berat isi yang terendah dengan rentang 0,84-0,94 g.cm<sup>-3</sup>. Plot kebun campuran memiliki berat isi yang sedang dengan rentang 0,96-1,08 g.cm<sup>-3</sup> sementara plot pengamatan tegalan memiliki berat isi tertinggi dengan rentang 1,11-1,13 g.cm<sup>-3</sup>. Peningkatan kemiringan lereng memiliki kecenderungan berat isi tanah semakin rendah baik pada plot hutan produksi maupun kebun campuran, namun semakin meningkat pada plot lahan tegalan.

Perbedaan penggunaan lahan memiliki berat isi yang berbeda dengan kecenderungan nilai terendah terletak pada plot hutan dan tertinggi pada plot tegalan. Perbedaan ini disebabkan karena adanya pengolahan tanah pada plot

tegalan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan plot kebun campuran maupun tegalan dimana dengan adanya pengolahan yang intensif menyebabkan tanah menjadi padat yang berarti terjadi peningkatan berat isi tanah. Sesuai dengan Karlen *et al.* (1996) menyatakan bahwa faktor pengelolaan lahan baik pengolahan tanah dan sisa tanaman serta rotasi tanaman mampu mempengaruhi sifat tanah, salah satunya berat isi. Pengolahan tanah secara terus menerus menyebabkan berat isi tanah meningkat dan tanah menjadi semakin padat, akibatnya perakaran tanaman tidak optimal. Hutan dengan intensitas pengolahan yang terendah memiliki berat isi yang terendah dan tegalan dengan intensitas pengolahan lahan yang tinggi memiliki berat isi tertinggi.

Perbedaan jumlah dan jenis masukan bahan organik yang terdapat pada setiap penggunaan lahan juga akan mempengaruhi berat isi tanah, hal ini sesuai dengan pendapat Herdiansyah (2011) yang menyatakan pemberian bahan organik kedalam tanah mampu meningkatkan jumlah ruang pori tanah serta memperbaiki agregat tanah sehingga berat isi tanah akan menurun. Yulnafatmawita *et al.* (2010) menambahkan bahan organik mampu mengikat butir tunggal tanah menjadi agregat dari agregat mikro menjadi agregat meso dan makro yang mempunyai ruang pori antara agregat tersebut. Semakin besar agregat yang terbentuk, ruang pori yang bersebelahan dengan agregat juga semakin besar sehingga bobot isi tanah semakin rendah akibatnya kemampuan meretensi air meningkat. Masukan bahan organik yang terdapat pada penggunaan lahan hutan lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan kebun campuran maupun tegalan (Lampiran 7) sehingga berat isi yang terdapat di penggunaan lahan hutan memiliki nilai terendah sementara penggunaan lahan tegalan memiliki masukan bahan organik yang terendah sehingga pada lahan tegalan memiliki nilai berat isi tertinggi.

Kemiringan lereng yang semakin meningkat pada setiap plot pengamatan memiliki nilai berat isi yang berbeda dengan kecenderungan semakin rendah pada plot hutan produksi dan kebun campuran, namun semakin meningkat pada plot lahan tegalan. Aksesibilitas masyarakat pada plot hutan dan plot kebun campuran dalam mengolah lahan rendah seiring dengan peningkatan kemiringan lereng menjadi faktor berat isi tanah semakin rendah. Plot kebun campuran memiliki kerapatan dan keragaman tutupan lahan yang cenderung meningkat seiring

meningkatnya kemiringan lereng sehingga sumber masukan dan laju dekomposisi bahan organik menjadi meningkat. Berbeda pada plot pengamatan tegalan yang memiliki berat isi cenderung meningkat seiring dengan peningkatan kemiringan lereng terutama pada plot T5 yang memiliki tutupan lahan berbeda yaitu tanaman bunga *peacock* sehingga memungkinkan pengolahan tanah mengalami peningkatan serta masukan bahan organik baik dari petani maupun dari seresah yang lebih rendah dibandingkan plot tegalan lainnya. Monde *et al.* (2008) menambahkan bahwa system pertanian yang relatif terbuka pada kemiringan lereng yang curam memungkinkan terjadinya erosi sangat besar sehingga ketika terjadi aliran permukaan sebagian besar bahan organik terbawa erosi sehingga berat isi menjadi lebih tinggi.

Menurut Hardjowigeno (2002) berat isi menunjukkan kepadatan tanah, semakin besar berat isi maka tanah semakin padat sehingga tanah akan semakin sulit untuk meneruskan air atau ditembus oleh akar tanaman. Tanah dengan berat isi yang tinggi akan mengakibatkan fungsi melestarikan aktivitas biologi seperti media perakaran, kelengasan tanah akan kurang optimal, selain itu fungsi pengaturan dan penyaluran air dalam tanah juga akan kurang optimal sehingga nilai IKT akan rendah.

#### 4.2.1.2. Porositas (%)

Berdasarkan Tabel 17, porositas yang terdapat di beberapa penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim memiliki rentang 45,72 % – 67,47 %. Porositas tertinggi terletak pada plot H3 dan terendah pada plot T2. Plot dengan penggunaan lahan hutan memiliki nilai porositas tertinggi dengan rentang 60,15 – 67,47 %. Penggunaan lahan kebun campuran memiliki porositas 52,36 - 62,60 % serta penggunaan lahan tegalan memiliki porositas 45,72 - 52,55 % yang menunjukkan bahwa penggunaan lahan tegalan memiliki porositas terendah. Peningkatan kemiringan lereng di DAS Mikro Sisim memiliki kecenderungan porositas tanah semakin meningkat baik pada plot hutan produksi maupun kebun campuran dan lahan tegalan.

Perbedaan penggunaan lahan memiliki porositas yang berbeda dengan kecenderungan nilai terendah terletak pada plot tegalan dan tertinggi pada plot hutan. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan intervensi manusia dalam

mengolah lahan yang dengan adanya peningkatan pengolahan tanah maka akan diikuti dengan porositas tanah yang semakin rendah karena adanya peningkatan berat isi tanah. Sesuai dengan Agus *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa hubungan antara berat isi dengan porositas adalah berbanding terbalik. Pengolahan tanah secara terus menerus menyebabkan berat isi tanah meningkat dan tanah mejadi semakin padat, akibatnya porositas tanah akan semakin rendah dan perakaran tanaman tidak dapat menjangkau tanah. Hutan dengan intensitas pengolahan yang terendah memiliki berat isi yang terendah sehingga porositas tanahnya menjadi tertinggi dan tegalan dengan intensitas pengolahan lahan yang tinggi memiliki berat isi tertinggi sehingga memiliki porositas tanah yang terendah.

Porositas tanah juga dipengaruhi oleh masukan bahan organik di dalam tanah, sesuai dengan pendapat Herdiansyah (2011) yang menyatakan pemberian bahan organik kedalam tanah mampu meningkatkan jumlah ruang pori tanah. Yulnafatmawita *et al.* (2010) menambahkan bahan organik mampu mengikat butir tunggal tanah menjadi agregat dari agregat mikro menjadi agregat meso dan makro yang mempunyai ruang pori antara agregat tersebut. Semakin banyak agregat tanah yang terbentuk, maka porositas tanah juga akan semakin meningkat (Hanafiah, 2013). Masukan bahan organik yang terdapat pada penggunaan lahan hutan lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan kebun campuran maupun tegalan (Lampiran 7) sehingga porositas yang terdapat di penggunaan lahan hutan memiliki nilai tertinggi sementara penggunaan lahan tegalan memiliki masukan bahan organik yang terendah sehingga pada lahan tegalan memiliki porositas terendah.

Kemiringan lereng yang semakin meningkat pada setiap plot pengamatan memiliki porositas tanah yang berbeda dengan kecenderungan semakin meningkat pada seluruh plot pengamatan. Aksesibilitas masyarakat dalam mengolah lahan seiring dengan peningkatan kemiringan lereng yang rendah menjadi faktor berat isi tanah semakin rendah sehingga porositas tanah menjadi meningkat. Plot hutan memiliki kecenderungan untuk meningkat seiring dengan peningkatan kemiringan lereng kecuali pada plot H4. Plot kebun campuran memiliki nilai porositas dengan kecenderungan yang meningkat seiring adanya peningkatan kemiringan lereng kecuali pada KC 5 yang mengalami penurunan. Sementara itu, pada plot tegalan

dengan adanya peningkatan kemiringan lereng terjadi peningkatan porositas tanah kecuali pada plot T5.

Porositas berperan dalam mengatur kelengasan tanah, mengatur dan menyalurkan air serta berfungsi dalam *filter* dan *buffering* zat lain dalam tanah (Hanafiah, 2013). Sehingga apabila porositas tanah besar, tanah akan semakin porus dan semakin mudah akar untuk menembus tanah, serta semakin mudah air dan udara untuk bersirkulasi, namun disisi lain kecepatan tanah untuk meloloskan air semakin cepat, sehingga sulit menahan air.

#### 4.2.1.3. Kemantapan Agregat

Kemantapan agregat merupakan kemampuan tanah untuk mempertahankan agregatnya terhadap pukulan butir air hujan atau penggenangan air. Sesuai dengan pendapat Ekwue *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa kemantapan agregat metode pengayakan basah digunakan untuk mengetahui stabilitas agregat terhadap erosi air, karena dalam prosesnya melibatkan tanah yang terendam dan pengayakan secara siklik yang juga menggambarkan gaya atau tekanan alami dalam proses masuknya air ke dalam agregat tanah. Kemantapan agregat mampu memberikan gambaran bagaimana agregat tanah akan mempertahankan stabilitasnya terhadap hujan atau irigasi, karena curah hujan dan irigasi mampu memecah agregat tanah sehingga mengakibatkan pemadatan dan mengurangi konduktivitas hidrolis tanah (Lal dan Shukla, 2004). Akibatnya infiltrasi tanah menurun dan terjadi peningkatan limpasan dan erosi tanah.

Berdasarkan hasil analisis kemantapan agregat (Tabel 17) diketahui bahwa di DAS Mikro Sisim memiliki kemantapan agregat dengan rentang 4,30 mm – 0,92 mm. Kemantapan agregat tertinggi terletak pada plot H4 dan H5 sementara kemantapan agregat yang terendah terdapat pada plot T4. Plot dengan penggunaan lahan hutan memiliki nilai kemantapan agregat tertinggi dengan rentang 4,30 – 3,42 mm. Penggunaan lahan kebun campuran memiliki kemantapan agregat dengan rentang 2,03 - 2,54 mm serta penggunaan lahan tegalan memiliki kemantapan agregat terendah dengan rentang 0,83 - 0,92 mm. Peningkatan kemiringan lereng di DAS Mikro Sisim memiliki kecenderungan kemantapan agregat yang semakin meningkat baik pada plot hutan produksi maupun kebun campuran dan lahan tegalan.

Penggunaan lahan hutan memiliki kemantapan agregat yang tertinggi diikuti dengan penggunaan lahan kebun campuran dengan kategori sangat stabil sekali karena nilai kemantapan agregat  $> 2$  sementara penggunaan lahan tegalan memiliki kemantapan agregat yang terendah dengan kategori sangat stabil karena memiliki nilai diantara 0,8-2 mm. Tanah dengan pengolahan yang intensif akan merubah agregat yang stabil menjadi agregat kurang stabil karena adanya peningkatan nilai berat isi serta penurunan bahan organik. Bahan organik merupakan faktor penting dalam memperbaiki agregat tanah karena bahan organik berperan sebagai agen pengikat dalam proses pembentukan agregat tanah (Sharma dan Bhusman, 2001) sehingga bahan organik mampu meningkatkan stabilitas agregat melalui pengikatan partikel tanah. Penggunaan lahan hutan memiliki nilai kemantapan agregat yang lebih tinggi karena berat isi yang terendah dan bahan organik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain. Penggunaan lahan tegalan memiliki berat isi yang lebih tinggi serta bahan organik yang lebih rendah sehingga nilai kemantapan agregatnya menjadi yang terendah.

Kemiringan lereng pada setiap plot pengamatan memiliki nilai kemantapan agregat yang berbeda dengan kecenderungan meningkat seiring dengan meningkatnya kemiringan lereng. Pada plot hutan dan plot kebun campuran adanya peningkatan kemiringan lereng akan diikuti oleh peningkatan kemantapan agregat. Pada plot hutan dan kebun campuran, intervensi masyarakat dalam mengolah lahan rendah seiring dengan peningkatan kemiringan lereng menyebabkan berat isi tanah semakin rendah sehingga kemantapan agregat meningkat. Selain itu, masukan bahan organik yang lebih cenderung meningkat seiring dengan peningkatan kemiringan lereng (Lampiran 7) juga menjadi faktor tingginya kemantapan agregat.

Berbeda dengan plot tegalan yang cenderung mengalami penurunan kemantapan agregat seiring dengan adanya kenaikan kemiringan lereng. Masyarakat akan semakin mudah mengintervensi lahan melalui pemupukan, pengolahan tanah serta yang lainnya pada lahan dengan kemiringan lereng yang rendah (relatif datar) akibatnya berat isi tanah semakin rendah dan agregat menjadi tidak stabil

Kemantapan agregat menjadi faktor paling utama dalam mempengaruhi indeks kualitas tanah. Tanah dengan agregat yang stabil akan mempertahankan kondisi tanah dari energi kinetik curah hujan dan pengolahan tanah sehingga porositas tanah

dan ketersediaan air dapat dipertahankan lebih lama jika dibandingkan dengan agregat tanah tidak stabil sehingga tumbuhan dapat berkembang dengan baik. Kemantapan agregat tanah yang meningkat juga menyebabkan tanah tidak mudah untuk tererosi selain itu fungsi tanah dalam mengatur air, *filter* dan *buffering* serta kelengasan tanah akan semakin baik sehingga nilai IKT akan meningkat.

#### 4.2.1.4. Kedalaman Efektif

Kedalaman efektif tanah menunjukkan kedalaman tanah yang dapat dimasuki oleh perakaran tanaman yang umumnya dibatasi oleh suatu lapisan penghambat, misalnya batu keras (*bedrock*), padas atau lapisan lain yang mengganggu atau menghambat perkembangan perakaran (Balittanah, 2004). Hasil analisis kedalaman efektif pada setiap plot pengamatan di DAS Mikro Sisim memiliki kedalaman efektif yang relatif sama sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 17. Plot T4 merupakan plot dengan kedalaman efektif yang terendah jika dibandingkan dengan plot yang lain sementara plot K2, K3, K4, KC5, H2, H3, H4, dan H5 merupakan plot dengan kedalaman efektif yang tertinggi. Menurut kelas kedalaman efektif oleh FAO (1990) plot tegalan memiliki kedalaman efektif terendah dengan rentang 60 - 100 cm dengan kategori sedang. Plot kebun campuran dan hutan produksi memiliki kedalaman efektif tertinggi yaitu sebesar 120 cm dengan kategori dalam. Kedalaman efektif perakaran mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan akar, drainase dan sifat fisik tanah. Kedalaman efektif yang dalam menunjukkan kemampuan perakaran untuk dapat menembus tanah yang juga menggambarkan peran tanah sebagai media perakaran semakin baik sehingga mendukung aktivitas biologi yang terjadi di dalam tanah akibatnya terjadi peningkatan kualitas tanah.

#### 4.2.2. Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah dibutuhkan untuk melihat kelarutan dan ketersediaan unsur dalam tanah (Utomo *et al.*, 2016). Adapun hasil analisis laboratorium kimia tanah ditunjukkan oleh Tabel 18.

Tabel 3. Hasil Rerata Analisis Sifat Kimia Tanah

No	Kode Plot	pH	C-Organik %	N Total	P Tersedia mg.kg <sup>-1</sup>	K dapat ditukar me/100 g
1	H2	6,0	2,11	0,29	8,86	0,24
2	H3	6,04	1,93	0,38	8,40	0,15
3	H4	6,03	2,00	0,28	8,80	0,21
4	H5	6,16	2,16	0,22	9,92	0,21
5	KC2	6,06	2,00	0,31	8,55	0,28
6	KC3	6,04	1,65	0,23	8,48	0,37
7	KC4	6,02	2,11	0,36	8,35	0,35
8	KC5	5,98	2,04	0,36	7,76	0,41
9	T2	5,4	1,20	0,63	7,83	0,61
10	T3	5,66	1,21	0,52	7,22	0,60
11	T4	5,46	1,16	0,56	6,39	0,62
12	T5	5,5	1,09	0,59	5,76	0,54

Keterangan: Kolom Kode Plot; (T)Tegalan, (KC) Kebun Campuran, (H) Hutan Produksi dengan angka 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%).

#### 4.2.2.1. Derajat Kemasaman Tanah

Berdasarkan Tabel 18 diketahui bahwa derajat kemasaman tanah yang terdapat pada seluruh plot pengamatan di DAS Mikro Sisim berada pada rentang 5,4- 6,16 yang nilai termasuk kedalam kategori agak masam dengan kemasaman tertinggi terdapat pada plot T2 dan terendah pada plot H4. Pada plot hutan produksi memiliki derajat kemasaman tanah terendah dengan rentang 6,0 - 6,16 sementara itu pada plot pengamatan penggunaan lahan kebun campuran memiliki derajat kemasaman tanah 5,98-6,06 dan pada plot penggunaan lahan tegalan memiliki derajat kemasaman tanah terendah dengan rentang 5,4-5,66.

Perbedaan derajat kemasaman ini disebabkan karena faktor penambahan bahan kimia dalam kegiatan budidaya menyebabkan terjadinya penurunan derajat kemasaman tanah. Plot dengan penggunaan lahan tegalan jika dibandingkan dengan kebun campuran maupun hutan memiliki derajat kemasaman yang terendah, hal ini dikarenakan adanya intensitas penambahan bahan kimia berupa pupuk an-organik serta fungisida yang lebih tinggi kedalam kegiatan budidaya. Berbeda dengan plot dengan penggunaan lahan berupa kebun campuran yang memiliki intensitas penambahan bahan kimia yang lebih rendah bahkan pada penggunaan lahan hutan tidak dilakukan penambahan bahan kimia.

Perbedaan derajat keasaman tanah juga terjadi pada setiap peningkatan lereng pada setiap plot pengamatan yang disebabkan karena adanya kenaikan dan penurunan unsur hara di dalam tanah. Pada plot hutan, terdapat peningkatan derajat keasaman tanah dengan terjadinya peningkatan kemiringan lereng. Berbeda pada plot kebun campuran yang mengalami penurunan derajat keasaman tanah seiring dengan adanya peningkatan kemiringan lereng yang dimiliki. Pada plot tegalan dengan adanya peningkatan kemiringan lereng, derajat keasaman tanah juga akan menurunkan pH tanah kecuali pada plot T3 yang mengalami kenaikan.

Derajat keasaman tanah berhubungan terhadap ketersediaan hara yang terdapat di dalam tanah sesuai dengan pendapat Amirullah dan Agung (2017) yang mengatakan derajat keasaman tanah mampu mempengaruhi ketersediaan hara tanah dan dapat menjadi faktor yang berhubungan dengan kualitas tanah serta menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman. pH tanah akan mempengaruhi ketersediaan hara optimum dari setiap unsur hara di dalam tanah.

#### 4.2.2.2.C- Organik (%)

C- Organik mencerminkan kandungan bahan organik, dengan adanya peningkatan C- Organik maka bahan organik juga akan meningkat, karena untuk menganalisis bahan organik tanah menggunakan pendekatan C- Organik. C- Organik memiliki peran terbesar kedua terhadap IKT setelah kemantapan agregat. Berdasarkan Tabel 18, C- Organik yang terdapat di beberapa penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim memiliki rentang 1,09 – 2,16%. C- Organik tertinggi terletak pada plot H5 dan terendah terletak pada plot T5 Pada plot pengamatan hutan produksi memiliki C- Organik tertinggi dengan rentang 1,93 - 2,16 %. Plot kebun campuran memiliki C- Organik dengan rentang 1,65 - 2,11 % sementara plot tegalan memiliki C- Organik terendah dengan rentang 1,09 - 1,21 %. Peningkatan kemiringan lereng di DAS Mikro Sisim menyebabkan C- Organik cenderung meningkat pada plot pengamatan hutan produksi dan kebun campuran namun menurun pada plot tegalan.

Perbedaan penggunaan lahan memiliki C- Organik yang berbeda dengan kecenderungan nilai tertinggi terletak pada plot hutan dan terendah pada plot tegalan. Adanya perbedaan pengelolaan tanah pada setiap plot penggunaan lahan menyebabkan perbedaan C- Organik. Sesuai dengan Ding *et al.* (2002) yang

mengemukakan bahwa pengolahan tanah dapat merubah kuantitas maupun kualitas bahan organik tanah. Adanya masukan seresah yang tinggi dengan siklus yang lebih tertutup pada plot hutan menyebabkan C- Organik pada penggunaan lahan hutan produksi tertinggi. Berbeda dengan plot tegalan yang meskipun telah diberikan masukan pupuk organik, kandungan C- Organiknya masih yang terendah diantara penggunaan lahan yang lain. Penyerapan C organik oleh tanaman budidaya di tegalan yang lebih tinggi karena adanya proses pemanenan serta praktek budidaya bersih (penyiangan gulma) pada penggunaan lahan tegalan yang seharusnya menjadi sumber bahan organik menjadi kurang tersedia sehingga menyebabkan rendahnya kandungan C- Organik.

Peningkatan kemiringan lereng pada plot hutan menyebabkan peningkatan C-Organik di dalam tanah karena adanya peningkatan proses pelapukan seresah, ranting dan akar tanaman yang telah mati di dalam tanah. Pada plot kebun campuran dengan terjadinya peningkatan kemiringan lereng menyebabkan adanya penurunan C – Organik pada plot KC 2, KC 3 dan KC5 namun terjadi kenaikan pada plot KC 4. KC 4 memiliki jenis tanaman yang lebih bervariasi dari pada plot kebun campuran lainnya, hal ini yang menjadi faktor terjadinya peningkatan pada plot KC 4. Semakin beragam tanaman yang terdapat di kebun campuran menyebabkan peningkatan C- Organik di dalam tanah karena adanya masukan seresah dengan jumlah dan jenis yang berbeda. Di sisi lain pada plot tegalan dengan peningkatan kemiringan lereng C- Organik semakin menurun.

Andrews *et al.* (2004) melaporkan bahwa total C organik memerankan fungsi penting dalam tanah sehingga dengan meningkatnya nilai C- Organik akan meningkatkan kesuburan tanah dan stabilitas struktur. C- Organik mencerminkan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Bahan organik selain mampu memperbaiki sifat fisik tanah, juga merupakan sumber hara yang cukup potensial. Peranan bahan organik yang sangat dibutuhkan adalah untuk menambah unsur hara dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK). Peningkatan kapasitas tukar kation dapat mengurangi kehilangan unsur hara yang ditambahkan melalui pemupukan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Hairiah *et al.*, 2000).

#### 4.2.2.3. N- Total (%)

Berdasarkan Tabel 18 diketahui bahwa nilai N- total yang terdapat di beberapa plot pengamatan di DAS Mikro Sisim bervariasi dengan rentang 0,63 % - 0,22%. N total tertinggi terletak pada plot T2 sementara terendah terletak pada H5 yakni sebesar 0,22%. Pada plot pengamatan hutan produksi memiliki N total yang terendah dengan rentang 0,22 - 0,38 %. Plot kebun campuran memiliki N total yang sedang dengan rentang 0,23 - 0,36 % sementara plot pengamatan tegalan memiliki N total tertinggi dengan rentang 0,52 – 0,63%. Peningkatan kemiringan lereng memiliki kecenderungan N total tanah semakin rendah baik pada plot hutan produksi maupun tegalan, namun semakin meningkat pada plot lahan kebun campuran.

Perbedaan penggunaan lahan memiliki N total yang berbeda dengan kecenderungan nilai terendah terletak pada plot hutan dan tertinggi pada plot tegalan, hal ini sesuai dengan Sanchez Maranon *et al.* (2002) yang mengemukakan bahwa kandungan C- Organik, nitrogen, fosfor, dipengaruhi oleh perbedaan penggunaan lahan. Ayuningtias *et al.* (2016) menambahkan pada plot hutan memiliki sklus N yang tertutup antara tanah, tumbuhan dan mikroorganisme, kondisi tersebut merupakan kondisi ideal ketersediaan Nitrogen di dalam tanah. Namun plot hutan produksi memiliki N total yang paling rendah karena tidak adanya penambahan pemupukan. Menurut Randal dan Iragavarpu (1997) saat terjadi pengolahan tanah hancurnya agregat dan bahan organik juga meningkatkan pencucian terhadap unsur hara seperti N. Pengolahan tanah konvensional mengakibatkan kehilangan N sebanyak 5 % lebih tinggi daripada tanah yang tidak mengalami pengolahan.

Meskipun demikian, pada penggunaan lahan tegalan dilakukan penambahan unsur N melalui pemupukan sehingga N total yang terdapat pada plot penggunaan lahan tegalan lebih tinggi.

Peningkatan kemiringan lereng umumnya menyebabkan penurunan N- total. Hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa penurunan N- total terjadi seiring dengan peningkatan kemiringan lereng pada setiap plot. Penurunan tersebut karena adanya pencucian hara oleh air karena unsur N memiliki mobilitas yang tinggi.

Menurut Hairiah (2000) pencucian hara tersedia merupakan terangkutnya hara tersedia yang berada di dalam larutan tanah oleh pergerakan air tanah keluar dari

jangkauan perakaran tanaman sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Namun pada plot kebun campuran peningkatan kemiringan lereng tidak hanya diikuti dengan penurunan N- total namun juga diikuti peningkatan N- total yaitu pada plot KC 4 dan KC 5 serta pada plot tegalan terjadi peningkatan N- total pada plot T4 dan T5. Perbedaan N- total ini disebabkan karena faktor pengolahan tanah dengan perbedaan pemberian input kimia berupa pupuk urea serta masukan bahan organik yang terdapat pada plot tersebut. Sesuai dengan Izzudin (2012) yang menyatakan penurunan N juga dipengaruhi oleh penurunan bahan organik dan mikroorganisme tanah, karena dalam susunan jaringan bahan organik terkandung unsur nitrogen organik yang di dekomposisi oleh mikroorganisme tanah menjadi nitrogen tersedia bagi tanaman.

#### 4.2.2.4.P Tersedia ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Berdasarkan Tabel 18 diketahui bahwa nilai P tersedia yang terdapat di beberapa plot pengamatan di DAS Mikro Sisim bervariasi dengan rentang 5,76 – 9,92  $\text{mg.kg}^{-1}$ . P tersedia tertinggi terletak pada plot H5 sementara terendah terletak pada T5 yakni sebesar. Pada plot pengamatan hutan produksi memiliki P tersedia yang tertinggi dengan rentang 8,40 - 9,91  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Plot kebun campuran memiliki P tersedia yang sedang dengan rentang 0,23 - 0,36  $\text{mg.kg}^{-1}$  sementara plot pengamatan tegalan memiliki P tersedia tertinggi dengan rentang 0,52 – 0,63  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Peningkatan kemiringan lereng memiliki kecenderungan P tersedia tanah semakin rendah baik pada plot kebun campuran maupun tegalan, namun semakin meningkat pada plot lahan hutan produksi.

Perbedaan penggunaan lahan memiliki P tersedia yang berbeda dengan kecenderungan nilai terendah terletak pada plot tegalan dan tertinggi pada plot hutan. Hasil ini sesuai dengan Sanchez Maranon *et al.* (2002) yang mengemukakan bahwa kandungan C- Organik, nitrogen, fosfor, dipengaruhi oleh perbedaan penggunaan lahan. Pada lahan tegalan dilakukan penambahan pupuk P kedalam tanah yang lebih besar intensitasnya dibandingkan dengan kebun campuran maupun hutan. Meskipun dalam kegiatan budidayanya dilakukan penambahan pupuk TSP namun berdasarkan hasil penelitian penggunaan lahan tegalan memiliki nilai P tersedia yang terendah, hal ini dikarenakan sifat pupuk P yang lambat untuk dilepaskan ke dalam tanah dan tersedia secara perlahan – lahan (*slow release*).

Adanya peningkatan kemiringan lereng, P tersedia cenderung mengalami penurunan hal ini terjadi pada plot penggunaan lahan kebun campuran dan tegalan. Penurunan ini disebabkan karena faktor pencucian hara serta perbedaan pengelolaan lahan seperti perbedaan masukan bahan organik serta pupuk.

P tersedia berperan dalam menunjang keharaan yang diperlukan oleh tanaman. Adanya peningkatan P tersedia dalam tanah maka terjadi peningkatan pH sehingga unsur unsur yang sebelumnya tidak tersedia menjadi tersedia. Kandungan P tersedia sering terikat oleh unsur mikro Al dan Fe yang akan berpengaruh buruk bagi tanaman bahkan bersifat racun jika kandungannya terlampaui tinggi. Jika Fe dan Al tinggi maka unsur P akan terikat, untuk menguraikan unsur Fe dan Al salah satu cara dengan memperbaiki tingkat kesuburan tanah seperti pemberian bahan organik atau kapur (Sudaryono, 2009).

#### 4.2.2.5. K dapat ditukar ( $\text{me.100g}^{-1}$ )

Berdasarkan Tabel 18 diketahui bahwa nilai K dapat ditukar yang terdapat di beberapa plot pengamatan di DAS Mikro Sisim bervariasi dengan rentang 0,15 - 0,64  $\text{me.100g}^{-1}$ . K dapat ditukar tertinggi terletak pada plot T4 sementara terendah terletak pada H3. Pada plot pengamatan hutan produksi memiliki K t dapat ditukar yang terendah dengan rentang 0,15 - 0,21  $\text{me.100g}^{-1}$ . Plot kebun campuran memiliki K dapat ditukar yang sedang dengan rentang 0,28 - 0,41  $\text{me.100g}^{-1}$  sementara plot pengamatan tegalan memiliki K dapat ditukar tertinggi dengan rentang 0,54 - 0,62  $\text{me.100g}^{-1}$ . Peningkatan kemiringan lereng memiliki kecenderungan K dapat ditukar semakin meningkat baik pada plot hutan produksi maupun kebun campuran, namun semakin rendah pada plot tegalan.

Perbedaan penggunaan lahan dengan pengelolaan lahan yang berbeda menyebabkan perbedaan nilai K dapat ditukar di dalam tanah yang sesuai dengan hasil penelitian Saribun (2007) juga menunjukkan bahwa perbedaan penggunaan lahan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap C-Organik, N-total dan K-dapat ditukar. Tingginya K dapat ditukar pada plot tegalan karena dalam kegiatan budidaya terutama pada budidaya tanaman bunga-bunga memerlukan penambahan input berupa pupuk yang mengandung unsur K yang tinggi untuk membantu meningkatkan proses generative sehingga produksi dan hasil panen bunga dapat dipercepat dan ditingkatkan. Berbeda dengan plot hutan dan kebun

campuran yang tidak memerlukan penambahan pupuk dengan unsur K tinggi karena perbedaan bagian tanaman yang bernilai ekonomi.

Peningkatan kemiringan lereng umumnya memiliki kandungan unsur hara yang relatif menurun karena faktor pencucian hara oleh air, hal ini terjadi pada plot tegalan. Namun berbeda pada plot kebun campuran dan hutan yang tidak mengalami penurunan K dapat ditukar dengan meningkatnya kemiringan lereng.

Pada lahan kebun campuran terdapat vegetasi yang lebih beragam sehingga keberadaan seresah semakin beragam dan menjadi masukan bahan organik dan mikroorganisme tanah yang mampu menyediakan unsur hara K yang tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain. Fungsi K dapat ditukar di dalam tanah adalah sebagai unsur keharmonisan yang akan mendukung kehidupan tanaman.

### 4.3. Indeks Kualitas Tanah

Hasil analisis IKT pada berbagai penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim ditunjukkan oleh Tabel 19.

Tabel 4. Rerata Indeks Kualitas Tanah DAS Mikro Sisim

No	Kode Plot	Indeks Kualitas Tanah (IKT)	Kategori
1	H2	0,571	Sedang
2	H3	0,599	Sedang
3	H4	0,597	Sedang
4	H5	0,636	Baik
5	KC2	0,491	Sedang
6	KC3	0,503	Sedang
7	KC4	0,556	Sedang
8	KC5	0,537	Sedang
9	T2	0,351	Rendah
10	T3	0,340	Rendah
11	T4	0,328	Rendah
12	T5	0,327	Rendah
	<b>Rerata</b>	0,486	Sedang

Keterangan: Kolom Kode Plot; (T) tegalan, (KC) kebun campuran, (H) hutan produksi dengan angka 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%).

Kualitas tanah yang terdapat di DAS Mikro sisim bervariasi dengan kategori rendah hingga baik (Tabel 19). Nilai indeks tertinggi terletak pada plot H5 dengan nilai indeks 0,636 yang termasuk kedalam kategori baik dan terendah terletak pada plot T5 dengan nilai indeks sebesar 0,327 dengan kategori rendah. Plot dengan penggunaan lahan hutan produksi memiliki IKT dengan rentang 0,571-0,636. Plot kebun campuran memiliki IKT dengan rentang 0,491-0,556 semetara plot tegalan memiliki IKT dengan rentang 0,327-0,351. Peningkatan kemiringan lereng

cenderung diikuti oleh peningkatan IKT baik pada plot hutan produksi maupun kebun campuran namun cenderung terjadi penurunan IKT pada plot tegalan.

Indeks kualitas tanah dengan metode *Mausbach and Seybold* ini sangat dipengaruhi oleh kemantapan agregat dan C- Organik tanah. Tanah dengan agregat yang stabil mampu menjaga agregat tanah terhadap kerusakan dari luar seperti erosi dan lain sebagainya. Rachman dan Abdurachman (2006) menambahkan kemantapan agregat tanah yang stabil mampu mempertahankan sifat-sifat tanah seperti porositas dan ketersediaan air lebih lama sehingga fungsi hidrologi tanah dapat berjalan dengan optimal. Sementara itu C- Organik tanah mampu memperbaiki sifat tanah baik fisika, kimia maupun biologi tanah yang kurang optimal melalui bahan organik.

Berdasarkan hasil penilaian kualitas tanah (Tabel 19) diketahui bahwa semakin rendah pengelolaan lahan maka kualitas tanah akan semakin baik. Plot hutan produksi merupakan penggunaan lahan dengan nilai IKT tertinggi dengan kategori sedang – baik sehingga tanah mampu menjalankan fungsi hidrologi, fungsi keharaan, fungsi media perakaran dan fungsi lainnya dengan lebih optimal jika dibandingkan dengan plot penggunaan lahan yang lainnya. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Supriyadi *et al.* (2014) bahwa hutan memiliki nilai IKT tertinggi. Hutan produksi memiliki sifat tanah yang alami karena relatif sedikit adanya perubahan sifat tanah yang diakibatkan oleh manusia jika dibandingkan dengan plot penggunaan lahan yang lainnya, sehingga kualitas tanah yang terdapat di plot hutan produksi menjadi yang terbaik dengan ditandai oleh kemantapan agregat berkategori sangat stabil sekali (3,42 - 4,30 mm), berat isi tanah terendah (0,84 - 0,94 g.cm<sup>-3</sup>) yang menunjukkan tidak adanya pemadatan tanah sehingga kondisi hidrologi tanah dapat berjalan dengan baik, siklus hara yang tertutup sehingga mampu menyediakan hara yang optimal untuk tumbuhan, proses dekomposisi bahan organik dapat berjalan dengan optimal.

Berbeda dengan plot penggunaan lahan kebun campuran. Di wilayah DAS Mikro Sisim kebun campuran umumnya terdiri atas tanaman pinus dan kopi sebagai tanaman tahunan serta tanaman hortikultura berupa jagung dan cabai. Kegiatan intervensi masyarakat berupa pengolaan lahan sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan yang hutan produksi menyebabkan

beberapa sifat tanah memiliki perbedaan nilai seperti kemantapan agregat mengalami penurunan namun masih relatif sama dengan plot hutan produksi yakni masih termasuk sangat stabil sekali dengan rentang 2,03 - 2,54 mm (Tabel 17), selain itu, C - Organik yang terdapat pada penggunaan lahan ini juga berada dibawah hutan produksi dengan rentang 1,65 - 2,11% (Tabel 18) sehingga nilai IKT pada penggunaan lahan kebun campuran memiliki rentang 0,491 - 0,556 (Tabel 19).

Meskipun termasuk kedalam kategori IKT yang sama dengan hutan produksi, nilai IKT pada kebun campuran tetap lebih rendah ini menunjukkan bahwa tanah pada plot penggunaan lahan kebun campuran mampu melaksanakan fungsi atau peran tanah yang relatif sama sebagaimana hutan produksi.

Hasil IKT pada plot tegalan menunjukkan hal yang berbeda jika dibandingkan dengan plot kebun campuran maupun hutan produksi. IKT yang terdapat pada plot tegalan merupakan IKT dengan nilai terendah dan termasuk kedalam kategori rendah yaitu dengan rentang 0,327-0,351. Pengelolaan lahan yang lebih intensif dan terus menerus menyebabkan sifat tanah seperti kemantapan agregat dan C- Organik tanah menjadi paling rendah, berat isi tertinggi, keharaan yang relatif tinggi karena input kimia serta kurangnya penambahan bahan organik dan lain sebagainya.

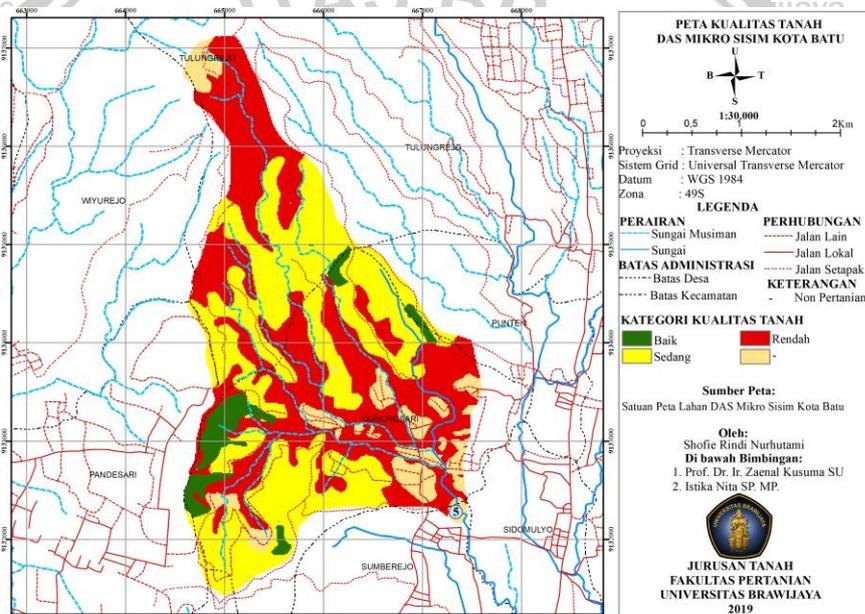
Didukung oleh pendapat Sinha *et al.* (2014) bahwa kualitas tanah di bawah sistem penanaman secara terus menerus pada lahan kering di India memperburuk indikator sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga kualitas tanah menjadi rendah.

Penggunaan lahan tegalan memiliki kemantapan agregat berkisar antara 0,91 - 1,21 mm (Tabel 17) yang termasuk kategori sangat stabil serta C- Organik berkisar antara 1,09 - 1,21 % (Tabel 18). Meskipun memiliki kategori kemantapan agregat yang sangat stabil, namun nilainya jauh dibawah nilai kemantapan agregat pada plot hutan produksi maupun kebun campuran selain itu pada plot ini terdapat kebocoran seperti sistem daur ulang hara menjadi terganggu akibat pengambilan hasil panen keluar. C- Organik yang rendah juga menambah rendahnya IKT pada plot tegalan.

Schoenholtz *et al.* (2000) menambahkan kualitas tanah yang rendah dicirikan dengan kandungan bahan organik tanah rendah, berat isi tanah tinggi, porositas yang rendah.

Perbedaan kemiringan lereng mempengaruhi nilai IKT pada setiap plot pengamatan. Peningkatan nilai IKT akan terjadi seiring dengan peningkatan

kemiringan lereng. Peningkatan ini terjadi pada plot pengamatan hutan produksi dan kebun campuran. Secara umum masyarakat akan semakin mudah mengintervensi lahan melalui pemupukan, pengolahan tanah serta yang lainnya pada lahan dengan kemiringan lereng yang rendah (relatif datar) akibatnya kemantapan agregat tanah dan C- Organik akan semakin rendah sehingga pada kemiringan lereng yang curam memiliki IKT yang tertinggi. Namun berbeda pada plot dengan penggunaan lahan tegalan yang mengalami penurunan seiring dengan adanya peningkatan kemiringan lereng karena pada plot tegalan kemantapan agregat dan C- Organik tanah mengalami penurunan. Berdasarkan hasil analisis IKT (Tabel 19) diketahui bahwa di wilayah DAS Mikro Sisim didominasi oleh kategori kualitas tanah rendah- sedang sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 3. Peta Kualitas Tanah DAS Mikro Sisim

Upaya perbaikan tanah yang termasuk kedalam kategori kualitas tanah rendah diperlukan untuk mengoptimalkan fungsi hidrologi selain untuk meningkatkan produktivitas lahan. Menurut Cardoso *et al.* (2013) upaya peningkatan kualitas tanah diawali dengan peningkatan kandungan bahan organik tanah. Bahan organik dapat berasal dari sisa tanaman, baik daun, batang dan akar tanaman yang sudah mati. Bahan organik berperan positif terhadap tanah dalam melindungi tanah terhadap kerusakan. Bahan organik tanah mampu memperbaiki porositas dan stabilitas agregat sehingga tanah tidak mudah mengalami erosi serta membantu menyediakan unsur hara bagi tanaman. Balota *et al.* (2004) menyatakan bahwa

dekomposisi bahan organik di permukaan mampu mempertahankan pencucian unsur hara dalam profil tanah. Nita *et al.* (2015) menambahkan pemberian bahan organik ke dalam tanah harus dilakukan secara berkelanjutan karena bahan organik merupakan komponen penting untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sifat-sifat tanah. Selain melakukan penambahan bahan organik, diperlukan pula upaya upaya pengelolaan lahan dengan memperhatikan konservasi tanah dan air untuk meningkatkan kualitas tanah sehingga selain produktivitasnya terjaga, kondisi hidrologi dalam Kawasan DAS Mikro Sisim juga akan terjaga dengan baik.

#### 4.4. Bioindikator Kualitas Air

Penilaian kualitas air permukaan dengan memanfaatkan bioindikator kualitas air (biotilik) telah dilakukan dengan hasil seperti berikut ini:

##### 4.4.1. Analisis Kondisi Perairan DAS Mikro Sisim

Penilaian kondisi perairan DAS Mikro Sisim dilakukan untuk mengetahui kondisi kesehatan habitat, substrat serta gangguan kesehatan sungai dengan hasil ditunjukkan oleh Tabel 20.

Tabel 5. Hasil Analisis Kondisi Perairan DAS Mikro Sisim

No.	Titik Pengamatan	Penggunaan lahan	Habitat		Substrat		Gangguan	
			Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas
1.	PS	Kebun Campuran	*		*		*	
2.	PS	Pemukiman	*		*		*	
3.	PS	Tegalan	*		*		*	
4.	PS	Hutan Produksi	*		*		*	
5.	NPS Outlet	Pemukiman	1,9	KS	B	Cukup	B	Cukup

Keterangan : \* Tidak dapat dilakukan pengambilan data, (KS) Kurang Sehat

Titik *Point Source* (PS) tidak dapat dilakukan indentifikasi biotilik sehingga pada titik tersebut juga tidak dilakukan pengamatan kondisi perairan. Sementara itu, kondisi perairan yang terdapat di NPS *outlet* DAS Mikro memiliki kesehatan habitat dengan skor 1,9 yang tergolong kurang sehat, kondisi substrat yang cukup mendukung kehidupan biotilik serta tingkat gangguan manusia terhadap sungai yang termasuk kedalam kategori cukup (Tabel 20).

Jumlah serta jenis *family* biotilik yang ditemukan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan yang termasuk di dalamnya kesehatan habitat, kondisi substrat serta tingkat gangguan sungai. Lingkungan perairan yang bersih dan sehat akan menjadi habitat bagi berbagai macam *family* biotilic dan terjadi keseimbangan ekosistem. Apabila lingkungan perairan terkontaminasi oleh bahan sedimen

ataupun limbah pertanian maka keseimbangan ekosistem akan terganggu. Bahan polutan seperti sedimen, khlor, pestisida, herbisida dan limbah pertanian lainnya dapat membunuh biotilik yang sensitive terhadap pencemaran dan akibatnya hanya *family* yang toleran yang akan mampu beradaptasi, sehingga kesimbangan kehidupan di dalam air pun akan terganggu (Tjokrokusumo, 2006). Andriana (2008) menambahkan, kondisi substrat terdiri dari berbagai macam jenis, yakni lumpur, lumpur berpasir, berpasir dan berbatu. Pada substrat berpasir hanya ditemukan sedikit makroinvertebrata dibandingkan dengan substrat berbatu karena umumnya makroinvertebrata hidup dengan cara menempel pada batu-batuan. Rini (2015) juga menambahkan adanya gangguan pada bantaran sungai seperti erosi akan menyebabkan kerusakan dan meningkatkan sedimentasi serta kekeruhan air, sehingga kehidupan aquatik dapat terganggu.

#### 4.4.2. Identifikasi Biotilik

Hasil identifikasi *family* dari setiap lokasi pengamatan serta hasil analisis bioindikator kualitas air di DAS Mikro Sisim disajikan dalam Tabel 21.

Tabel 21. Identifikasi *Family* yang Ditemukan di DAS Mikro Sisim

No	Lokasi	Penggunaan Lahan	Nama Family	Group	IPA	Kategori
1.	PS	Kebun Campuran	*			
2.	PS	Pemukiman	*			
3.	PS	Tegalan	*			
4.	PS	Hutan Produksi	*			
5.	NPS Outlet	Pemukiman	<i>Caenidae</i>	C	1,97	Kotor, Pencemaran agak berat
			<i>Erpobdellidae</i>	D		
			<i>Paratelpusidae</i>	C		
			<i>Tubificidae</i>	D		
			<i>Corydalidae</i>	B		

Keterangan : \* Tidak dapat dilakukan pengambilan data, *Group*; (A) sangat sensitif pencemaran, (B) sensitif pencemaran (C) tahan pencemaran, (D) sangat tahan pencemaran.

Analisis contoh hanya dilakukan di *Non Point Souce* (NPS) *Outlet* karena pada lokasi *Point Source* (PS) tidak dapat dilakukan pengambilan contoh. Meskipun pengambilan contoh hanya dilakukan di *Outlet*nya, contoh biotilik yang ditemukan cukup menggambarkan kondisi kualitas perairan di DAS Mikro Sisim. Tabel 21 menjelaskan mengenai *family* biotilik yang ditemukan di NPS *Outlet* DAS Mikro Sisim antara lain adalah *Caenidae*, *Erpobdellidae*, *Paratelpusi dae*, *Tubificidae* serta *Corydalidae*. *Family* tersebut termasuk kedalam *group* B, C dan D yang berarti bahwa *family* tersebut tergolong kedalam kelompok yang sensitif hingga sangat tahan pencemaran.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan (Tabel 21), indeks pencemaran air biotilik yang terdapat di NPS *Outlet* adalah 1,97 dengan kategori kualitas air kotor serta pencemaran yang agak berat. Kualitas air yang termasuk kotor dengan pencemaran yang agak berat disebabkan karena adanya aktivitas pertanian yang tinggi pada berbagai kemiringan lereng serta aktivitas masyarakat di wilayah DAS Mikro Sisim yang menghasilkan bahan pencemar seperti sedimentasi, limbah pertanian sehingga memiliki kualitas tanah yang rendah akibatnya sumber pencemar tersebut mengalir menuju sungai. Di sisi lain, sungai merupakan habitat bagi biotilik, dengan adanya pencemaran tersebut, maka jumlah jenis *family* yang ditemukan menjadi rendah dan termasuk kedalam *group* C dan D. Sesuai dengan pendapat Singer dan Battin (2007) yang mengatakan adanya aktivitas manusia dapat mempengaruhi masukan sedimen tanah, bahan organik, nutrien, maupun logam berat ke ekosistem sungai melalui perubahan penggunaan lahan maupun urbanisasi. Trisna *et al.* (2001) menambahkan biotilik tidak mampu menghindari kontak langsung dengan limbah atau bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai, sehingga jenis dan jumlah biotilik yang ditemukan akan berbeda dengan kecenderungan termasuk kedalam *group* C dan D.

#### 4.5. Pembahasan Umum

DAS Mikro Sisim secara administratif terletak di Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan luasan ±933,17 Ha yang memiliki kemiringan lereng datar hingga sangat curam. DAS Mikro Sisim merupakan bagian dari Sub DAS Brantas Hulu yang telah menunjukkan penurunan fungsi DAS akibat pembukaan lahan hutan (Widianto *et al.*, 2010) secara besar besaran pada akhir tahun 1990-an dan diubah menjadi lahan pertanian. Perubahan penggunaan lahan dalam suatu wilayah menyebabkan kualitas tanah menjadi menurun yang salah satunya berakibat pada perubahan fungsi hidrologi. Perubahan penggunaan lahan misalnya dengan merubah lahan hutan dengan kemiringan lereng curam menjadi lahan pertanian tegalan akan menurunkan kualitas tanah yang awalnya alami dan mampu menjalankan fungsi tanah secara optimal menjadi kurang optimal. Akibatnya, selain fungsi tanah yang kurang optimal, fungsi hidrologi dalam wilayah tersebut juga

akan kurang optimal seperti adanya erosi dan sedimentasi sehingga kualitas air di DAS Mikro Sisim menjadi rendah.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan (Tabel 19) diketahui bahwa semakin rapat vegetasi dan semakin rendah pengolahan tanah maka akan semakin baik nilai kualitas tanahnya, dan sebaliknya semakin terbuka suatu lahan akan semakin rendah nilai kualitas tanahnya. Nilai IKT yang terdapat di DAS Mikro Sisim bervariasi dengan rerata sebesar 0,486 yang termasuk kedalam kategori sedang. Plot dengan penggunaan lahan tegalan memiliki nilai IKT dengan kategori kualitas tanah yang rendah sementara plot dengan penggunaan lahan kebun campuran memiliki nilai IKT yang termasuk kedalam kategori sedang, kemudian plot dengan penggunaan lahan hutan memiliki nilai IKT yang termasuk kedalam kategori sedang hingga baik. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Hermiyanto *et al.* (2009) bahwa indeks kualitas tanah di DAS Kaliputih, Kabupaten Jember memiliki kategori terendah pada penggunaan lahan tegalan, sedang pada kebun dan sawah irigasi, serta tinggi pada penggunaan lahan hutan.

Tanah dengan kualitas yang baik dapat mendukung fungsi tanah dalam mengatur tata air (hidrologi) dan non hidrologi yang terdapat dalam DAS. Kualitas tanah yang baik menyebabkan tanah tidak mudah mengalami kerusakan, namun adanya kegiatan budidaya pertanian yang intensif dengan tidak mengindahkan upaya - upaya konservasi tanah menyebabkan kualitas tanah mengalami penurunan salah satu akibatnya adalah ketidakefektifan fungsi hidrologi seperti peningkatan erosi dan sedimentasi sehingga kualitas air menjadi rendah. Tanah dengan kualitas rendah akan mudah mengalami erosi yang ditandai dengan adanya penghancuran agregat tanah yang kemudian diangkut oleh aliran permukaan menjadi sedimen sungai dalam DAS.

Sedimen yang terikut ke dalam aliran air sungai menyebabkan kondisi habitat sungai menjadi tercemar sehingga makhluk hidup dalam hal ini adalah biotilik menjadi terganggu bahkan mampu mengalami kematian karena tidak mampu melakukan metabolismenya salah satunya respirasi dengan optimal. Selain sedimentasi, praktek budidaya pertanian yang intensif cenderung memanfaatkan bahan kimia dengan kurang bijak sehingga mengakibatkan akumulasi residu pupuk

dan pestisida di tanah yang kemudian ikut terangkut oleh aliran air baik irigasi maupun hujan keluar menuju lingkungan perairan sehingga kualitas air menjadi rendah. Kualitas air merupakan sifat-sifat air yang ditunjukkan dengan nilai dan atau kadar makhluk hidup, zat, energi, termasuk bahan pencemar, dan atau komponen lain yang ada atau terkandung di dalam air seperti yang tertuang dalam Standar Nasional Indonesia No-03-70162004.

Supangat (2008) yang mengatakan semakin kecil tutupan hutan dan semakin beragam penggunaan lahan suatu DAS mengakibatkan kondisi kualitas air sungai yang semakin buruk, terutama akibat adanya aktivitas pertanian dan pemukiman yang menjadi sumber bahan sedimen dan bahan polutan lainnya. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan (Tabel 20) diketahui bahwa kualitas air di NPS outlet DAS Mikro Sisim termasuk kedalam kategori kotor dengan pencemaran sedang yang ditunjukkan oleh nilai Indeks Pencemaran Air Biotilik sebesar 1,97. Kegiatan pengelolaan lahan yang dilakukan oleh masyarakat di wilayah DAS Mikro Sisim termasuk kedalam intensif namun kurang memperhatikan upaya-upaya konservasi tanah sehingga kualitas tanah menjadi rendah yang juga berakibat pada penurunan kualitas air ditandai dengan *family* biotilik yang ditemukan didominasi oleh *group* C dan D yaitu kelompok botilik yang tahan dan sangat tahan terhadap pencemaran. Sementara itu, kesehatan habitat di NPS outlet DAS Mikro Sisim memiliki nilai dengan skor 1,9 yang termasuk kategori kurang sesuai, kondisi substrat yang cukup mendukung kehidupan biotilik serta gangguan manusia terhadap sungai.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Indeks kualitas tanah (IKT) pada beberapa penggunaan lahan dan kemiringan lereng di DAS Mikro Sisim bervariasi dengan kategori rendah hingga baik yang ditunjukkan dengan nilai IKT sebesar 0,327-0,636. Kualitas tanah yang termasuk kedalam kategori baik hanya pada plot H5 yaitu dengan nilai 0,636 sementara yang kualitas tanah terendah terdapat pada plot T5 yaitu dengan nilai 0,327. Tanah dengan indeks kualitas tanah yang baik mampu melaksanakan fungsi hidrologi dengan optimal sehingga kualitas air dalam suatu DAS akan baik.
2. Kualitas tanah di DAS Mikro Sisim didominasi oleh kategori rendah hingga sedang yang mengakibatkan kualitas air yang terdapat pada NPS *outlet* sebesar 1,97 (kategori kualitas air kotor dengan pencemaran agak berat), kondisi kesehatan habitat tergolong kurang sesuai dengan skor 1,9 serta substrat cukup mendukung kehidupan biotilik dengan tingkat gangguan manusia terhadap sungai yang cukup.

### 5.2. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan menambahkan analisis sifat biologi tanah seperti respirasi mikroba, organisme tanah serta membandingkan dengan metode analisis indeks kualitas tanah dengan metode yang berbeda sehingga dapat meningkatkan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh mahasiswa dan pembaca. Selain itu diperlukan pula analisis indeks kualitas air secara fisika dan kimia sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus F., Rahma D.Y., dan Umi Haryati. 2006. Penetapan Berat Volume Tanah dalam Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian
- Amirullah. J dan Agung. P. 2017. Dampak Keasaman Tanah Terhadap Ketersediaan Unsur Hara Fosfor Di Lahan Rawa Pasang Surut Kabupaten Banyuasin. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2017, Palembang 19-20 Oktober 2017 “Pengembangan Ilmu dan Teknologi Pertanian Bersama Petani Lokal untuk Optimalisasi Lahan Suboptimal”
- Andrews S.S., Karlen, D.L. dan Cambardella, C.A. 2004. The Soil Management Assessment Framework? A Quantitative Soil Quality Evaluation Method. Soil Science Society of America Journal 68: 1945-1962
- Andriana. W. 2008. Keterkaitan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Indikator Keberadaan Bahan Organik Di Perairan Hulu Sungai Cisdane Bogor, Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Arifin, Zaenal. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol Pada Penggunaan Lahan Yang Berbeda. J. Agroteksos 21(1):47-54
- Ayuningtias, N.H., Mahfud A., dan Maya D. 2016. Analisa Kualitas Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Sub Sub DAS Cimanuk Hulu. J. Soilrens 14 (2): 25-32
- Balota E L, Kanashiro M, Filho AC, Andrade DS, Dick RP. 2004. Soil enzymes activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystem. Brazilian Journal of Microbiology. 35:300-306
- Cardoso, E.J.B.N., Vasconcellos, R.L.F., Bini, D., Miyauchi, M.Y.H., dos Santos, C.A., Alves, P.R.L., de Paula, A.M., Nakatani, A.S., Pereira, J.M. and Nogueira, M.A. 2013. Soil Health: looking for suitable indicator. What should be considered to assess the effect of use and management on soil health? Scientia Agricola 70: 247-298
- Carter, M. 2002. Soil Quality for Sustainable Land Management: Organic Matter and Aggregation Interactions that Maintain Soil Functions. J. Agronomy 94
- Ding, G., J. M. Novak, D. Amarasiriwardena, P. G. Hunt dan B. Xing. 2002. Soil Organic Matter Characteristics as Affected by Tillage Management. SSSAJ 66:421-429
- Doran, J.W., Parkin, T.B. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. J. Soil Science Society of America 3-21
- Ekweue E.I., Anya T.D., Arvinda C. 2018. Wet Sieving Apparatus for Determining Aggregate Stability of Soils. J. The Association of Professional Engineers of Trinidad and Tobago 46(1): 35-40
- Hairiah, K., Didik S., Widianto B., Suhara, E., Mardiasuning, A., Prayogo, C., Widodo, R.H. dan S. Rahayu. 2004. Alih guna lahan hutan menjadi lahan

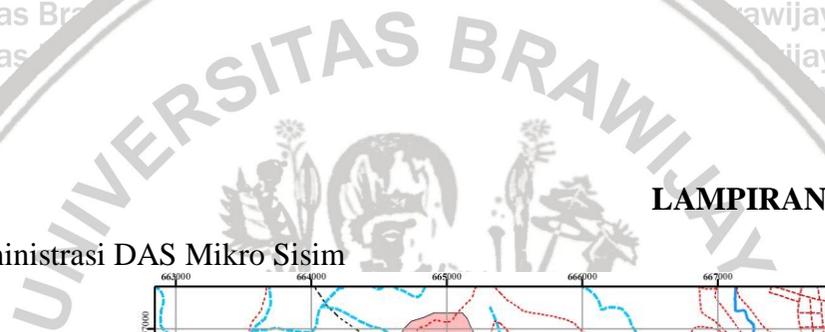
- agroforestri berbasis kopi: Ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. Malang: Agrivita 26 (1): 75-88
- Hairiah, K., Widiyanto, SR. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, SM. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, MV. Noordwijk dan G. Cadisch. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi ; Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. SMT Grafika Desa Putera, Jakarta. 187 hlm
- Hakim, A. R. dan Yulinah T. 2012. Studi Kualitas Air Sungai Brantas Berdasarkan Makroinvertebrata. J. Sains dan Seni Pomits 1(1): 1-6
- Hanafiah, K. M. 2013. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Penerbit PT Raja Grafindo Persada
- Hermiyanto. B, Subhan A.B, Niken S. 2009. Abstrak. Penentuan dan Pemetaan Indeks Kualitas Tanah Pada DAS-DAS di Lereng Selatan Pegunungan Argopuro Dalam Hubungannya Dengan Bencana Longsor). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jember. 2009
- Hofer, T. 2003. Sustainable Use and Management of Freshwater Resources : The Role of Forest. State of The World's Forest. Part II: Selected Current Issues in The Forest Sector. FAO Forestry Department.
- Izzudin, 2012. Perubahan Sifat Kimia dan Biologi Tanah Pasca Kegiatan Perambahan di Areal Hutan Pinus Reboisasi Kabupaten Humbang Hasunduta Provinsi Sumatera Utara. Skripsi.
- Juarti. 2016. Analisis Indeks Kualitas Tanah Andisol pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Sumber Brantas Kota Batu. Jurnal Pendidikan Geografi 21 (2): 58-71
- Karlen, D.L., Ditzler, C. dan Andrews, S.S. 2003. Soil Quality: Why and How?. J. Geoderma 114 (3-4): 145-156
- Karlen, D.L., M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Cline, R.F. Harris, dan G.E. Schuman. 1996. Soil Quality: Concept, Rationale and Research Needs. J. Soil.Sci.Am 60:33-43
- Keesstra, V Geissen, K Mosse, S Piirainen, E Scudiero, M Leistra dan Schaik. 2012. Soil as A filter For Groundwater Quality. J. Current Opinion in Environmental Sustainability 4:507-516
- Kurniati, S.W dan Wahyu Yuniati Nizar. 2015. Evaluasi Kualitas Tanah Pada Lahan Budidaya Tembakau Virginia F.C. di Kecamatan Kopang Kabupaten Lombok Tengah. J. Sangkareang Mataram 1(3)
- Larson, W. E., dan F.J. Pierce. 1991. Conservation and Enhancement of Soil Quality. Jurnal. 2 (3):175-204
- Marieta. 2011. Skripsi. Karakteristik Sifat Fisik Dan Hidrologi Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Desa Cimulang, Kecamatan Rancabungur, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat). Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan Departemen Ilmu Tanah Dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor

- Marinari S., A. Lagomarsino, M.C. Moscatelli, A. Di Tizio, dan E. Campiglia, 2010. Soil Carbon and Nitrogen Mineralization Kinetics in Organic and Conventional Three-Year Cropping Systems. *Soil & Tillage Research* 109(2): 161–168
- Martono. 2004. Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Laju Kehilangan Tanah Pada Tanah Regosol Kelabu. Tesis. Universitas Diponegoro, Semarang
- Martunis, L., Sufardi, Muwassir. 2016. Analisis Indeks Kualitas Tanah Di Lahan Kering Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh. *J. Budidaya Pertanian* 12(1): 34–40
- Masto, R.E., Chhonkar, P.K., Singh, D. and Patra, A.K. 2007. Soil quality response to long-term nutrient and crop management on a semi-arid Inceptisol. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment* 118:130–142
- Meylina E., Sri W., dan Muharjo P. 2015. Estimasi Tingkat Erosi Pada Sistem Tumpangsari Kopi Tanaman Semusim Menurut Metode MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation) di Desa Pace Kecamatan Silo Kabupaten Jember. *J. Berkala Ilmiah Teknologi Pertanian* 1(1): 1-6
- Monde A., N. Sinukaban, K. Murti Laksono, N. Pandjaitan. 2008. Dinamika Karbon (C) Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Petanian. *J. Agroland*. 15(1): 22-26
- Murtiono, U. H, Agus Wuryanta, Pranatasari D. S, Nining Wahyuningrum, Edi S., Aries B, Sudarso. 2015. Laporan Hasil Penelitian Sumber Dana DIPA Tahun 2015: Kualitas Air Permukaan Dari Berbagai Penutupan Lahan. Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi. Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. Surakarta
- Muslim, M. Y. 2018. Indeks Kualitas Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan Dan Kemiringan Lereng di Desa Mertelu, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. Thesis. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta (Abstr)
- Nita. E C, Bambang S, Wani H. U. 2015. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik (Blotong dan Abu Ketel) Terhadap Porositas Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Tebu Pada Ultisol. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(1): 119-127
- Partoyo. 2005. Analisis Indeks Kualitas Tanah Pertanian di Lahan Pasir Pantai Samas Yogyakarta. *J. Ilmu Pertanian* 12(2): 140-151
- Plaster, 2003. *Soil Science and Management* (4th ed). Thomson Learning, Inc. New York
- Purwati, 2015. Karakteristik Bioindikator Cisdane: Kajian Pemanfaatan Makrobentik Untuk Menilai Kualitas Sungai Cisdane. *J. Ecolab* 9 (2):47 – 59

- Rachman A., dan Abdurachman A. 2006. Penetapan Kemantapan Agregat Tanah dalam Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian
- Rahayu, 2008. Studi Analisis Kualitas Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Dan Hubungannya Dengan Tingkat Erosi Di Sub DAS Keduang Kecamatan Jatisrono Wonogiri. Tesis
- Randall G.W., T.K.Iragavarapu. 1997. Nitrogen Application Methods And Timing For Corn After Soybean In A Ridge-Tillage System. *J.prod.Argic*.10:300-307
- Rayes, M.L. 2007. Metode Inventarisasi Sumberdaya Lahan. Yogyakarta: Andi
- Resh, V H. 2010. Biomonitoring Methods for the Lower Mekong Basin. Mekong River Commission
- Rini, D.S. 2011. Panduan Penelitian Kesehatan Melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan Biotilik. Ecoton. Gresik. pp 24
- Ritung, S., K. Nugroho, A. Mulyani, dan E. Suryani. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 168 hlm.
- Sanchez-Maranon, M., Soriano, M., Delgado, G., & Delgado, R. (2002). Soil Quality In Mediterranean Mountain Environments. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), 948-958
- Saribun, D. (2007): Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan dan Kelas Kemiringan Lereng Terhadap Bobot Isi, Porositas Total, dan Kadar Air Tanah Pada Sub-DAS Cikapundung Hulu, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran, Jatinangor
- Sastrowihardjo, S. 2015. Panduan Pengelolaan DAS Mikro Berbasis Masyarakat. Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengelolaan DAS. Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutani Sosial- Kementerian Kehutanan. 71 hal
- Seybold C.A., M.J. Mausbach, D.L. Karlen, and H.H. Rogers. 1998. Quantification of Soil Quality dalam kumpulan simposium Carbon Sesuestration in Soils. CRC Press LLC
- Sharma, P.K. and L. Bhushan, L. 2001. Physical Characterization Of A Soil Amended With Organic Residues In A Rice-Wheat Cropping System Using A Single Value Soil Physical Index. *Soil and Tillage Research* 60: 43-152
- Standar Nasional Indonesia No-03-70162004. Tata Cara Pengambilan Contoh Dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air Pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai. Badan Standarisasi Nasional
- Suleman, S., Ulfiyah A. Rajamuddin, dan Isrun. 2016. Penilaian Kualitas Tanah Pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi. e-J. *Agrotekbis* 4 (6) : 712 – 718
- Supangat, A. B. 2008. Pengaruh Berbagai Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai di Kawasan Hutan Pinus di Gombang, Kebumen, Jawa Tengah J. *Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 5(3) : 267-276

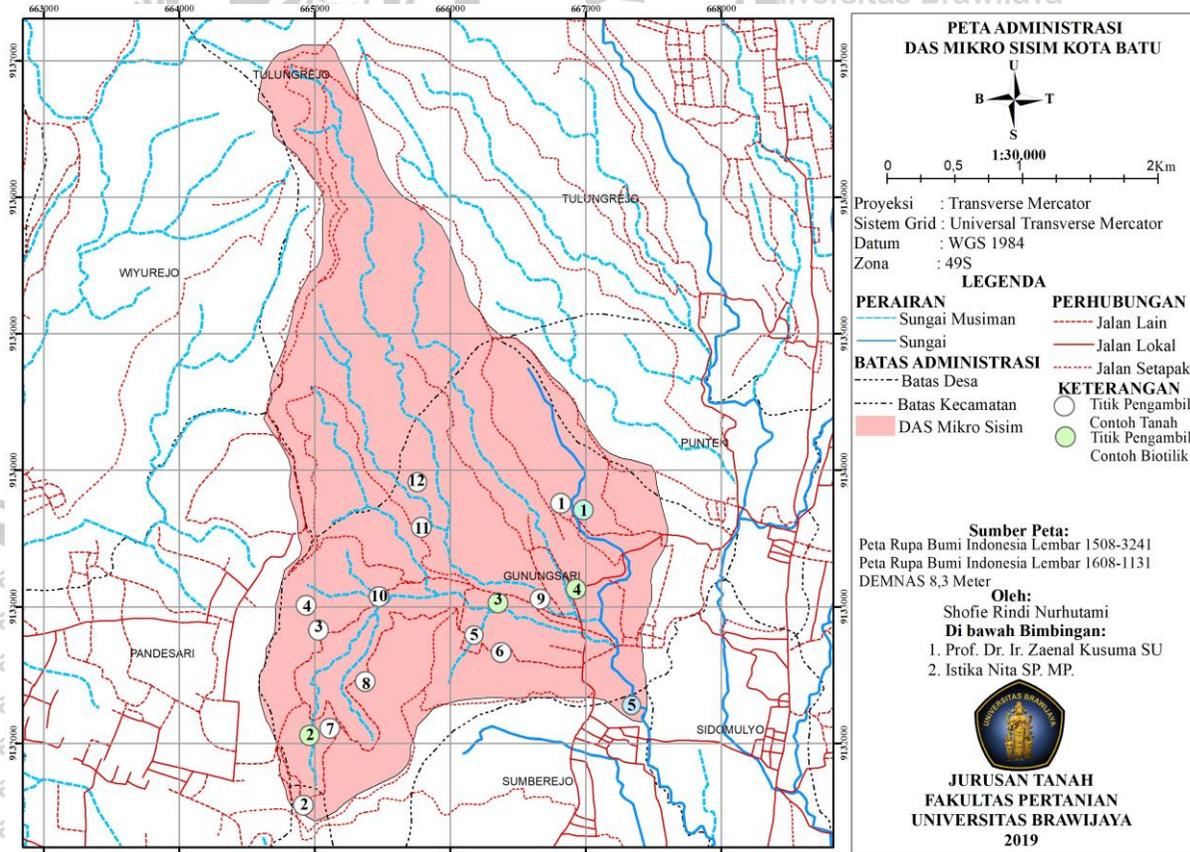
- Suprayogo, D., Widiyanto, R.H. Widodo, P. Purnomosidi, F. Rusiana, Z.Z. Aini, N. Khasanah dan Z. Kusuma. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makroporositas Tanah. Malang: J. Agrivita 26 (1): 60-67
- Supriyadi, Irfan Budi Pramono, Renita Ratna Prahesti. 2016. Kualitas Indeks Tanah Sebagai Estimator dari Agroforestry Tanah Kesehatan di Tirtomoyo Sub-DAS, Wonogiri. J. Agrosains 18(2): 38-43
- Supriyadi, R. Sudaryanto, J. Winarno, S. Hartati, I.S. Jamil. 2014. The Quantitative Soil Quality Assessment Tobacco Plant In Sindoro Mountainous Zone. J. Degraded and Mining Lands Management 1(3): 105-110
- Surya J. A., Yulia N, Widiyanto. 2017. Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Di Perkebunan Kopi Robusta. J. Tanah dan Sumberdaya Lahan 4 (1):463-471
- Suryadi I. B. Verbist, A. Mouton, A. Dedecker, V. Stuer, K. De Ridder, D. Wardo, Susanto. 2006. Sistem Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai: Pengukuran Makroinvertebrata Air di daerah hulu DAS Way Besai. Diakses dari <http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications>
- Susanti, P.D dan Rahardyan N. A. Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Pengamatan Kualitas Air. Dalam Kumpulan Makalah Seminar Nasional Geografi UMS 2017 Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan: 439-448
- Syahril 2016. Sumber Polusi Titik dan Tersebar (Point and Nonpoint Source Pollution) Terhadap Pencemaran Air Bawah Permukaan. Dalam Kumpulan Makalah Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan dan Mitigasi Bencana. 28 Mei 2016. Universitas Riau; Pekanbaru
- Tanika, L., S. Rahayu., N. Khasanah., dan S. Dewi. 2016. Fungsi Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS): Pemahaman, Pemantauan, dan Evaluasi. Bahan Ajar 4. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. Bogor
- Tjokrokusumo, S.W. 2006. Bentik Makroinvertebrata Sebagai Indikator Polusi Lahan Perairan. J. Hidrosfer 1(1): 8-20
- Trisna, H.S., Bambang, S., and Marsoedi. (2001). Penentuan status kualitas perairan sungai Brantas hulu dengan biomonitoring makrozoobenthos : tinjauan dari pencemaran bahan organik. J Biosain. 1: 1-9
- Utomo, M., Sudarsono. B., Rusman. T., Sabrina. J, Lumbanraja, Wawan. 2016. Ilmu Tanah: Dasar Dasardan Pengelolaan. Kencana.Jakarta
- Wafa, M. A., Winardi D. N., dan Sri Sumiyati. 2014. Studi Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai dengan Metode Indeks Pencemaran (Studi Kasus Sungai Plumbon – Semarang Barat). Departemen Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang. 1-10



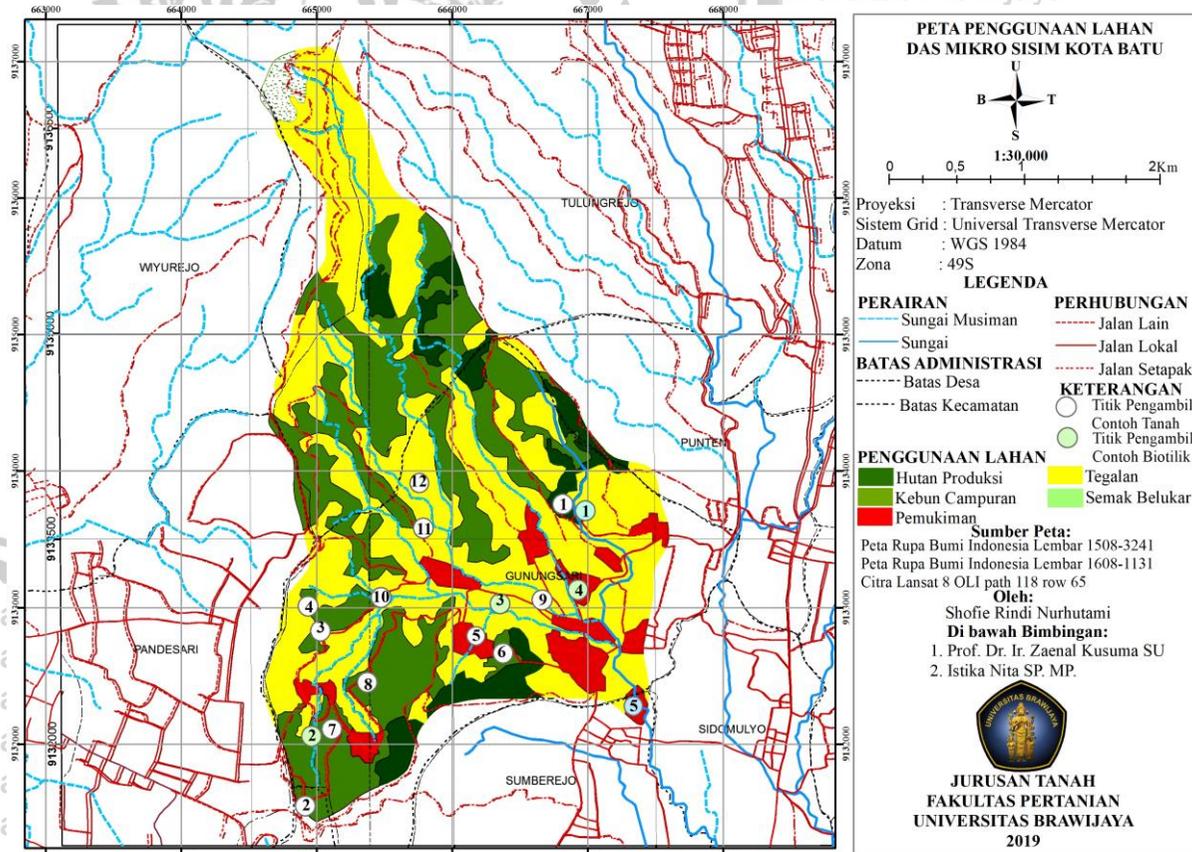


## LAMPIRAN

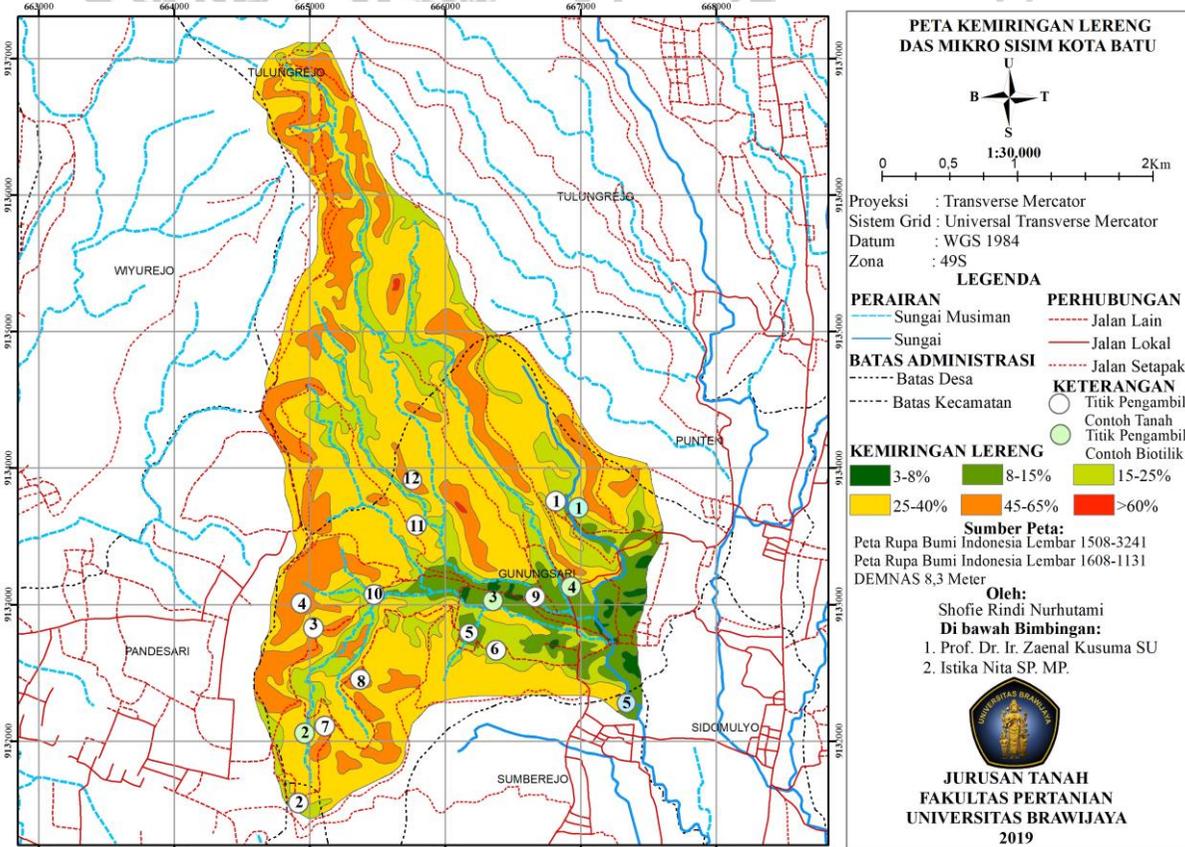
### 1. Peta Administrasi DAS Mikro Sisim



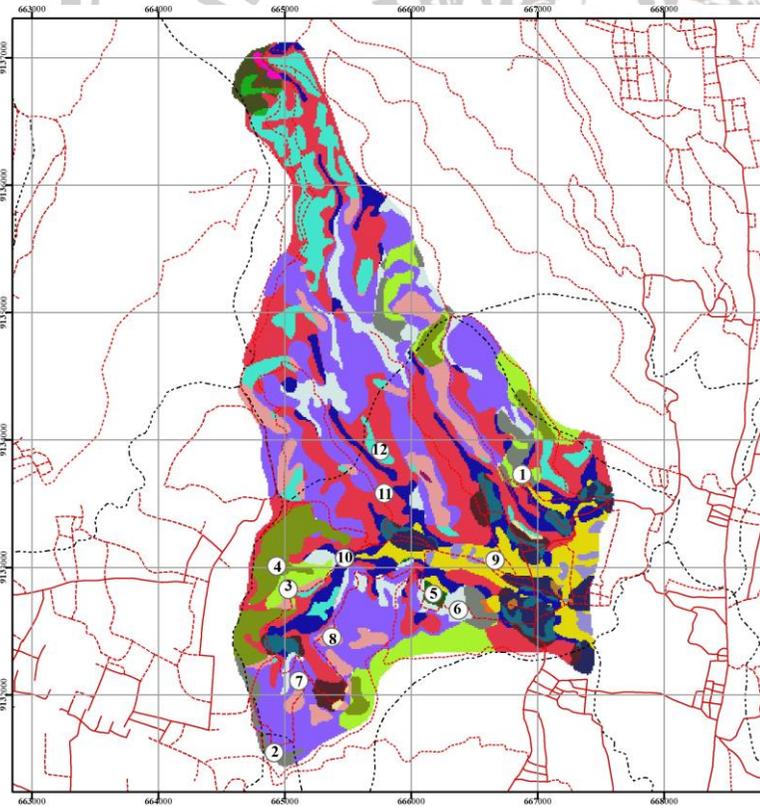
## 2. Peta Penggunaan Lahan DAS Mikro Sisim Kota Batu



### 3. Peta Kemiringan Lereng DAS Mikro Sisim Kota Batu



#### 4. Satuan Peta Lahan DAS Mikro Sisim Kota Batu



**SATUAN PETA LAHAN  
DAS MIKRO SISIM KOTA BATU**

Proyeksi : Transverse Mercator  
Sistem Grid : Universal Transverse Mercator  
Datum : WGS 1984  
Zona : 49S

**LEGENDA**

<b>PERAIRAN</b>	<b>PERHUBUNGAN</b>
Sungai Musiman	Jalan Lain
Sungai	Jalan Lokal
<b>BATAS ADMINISTRASI</b>	Jalan Setapak
Batas Desa	Titik Pengambilan Contoh Tanah
Batas Kecamatan	

**KODE SPL**

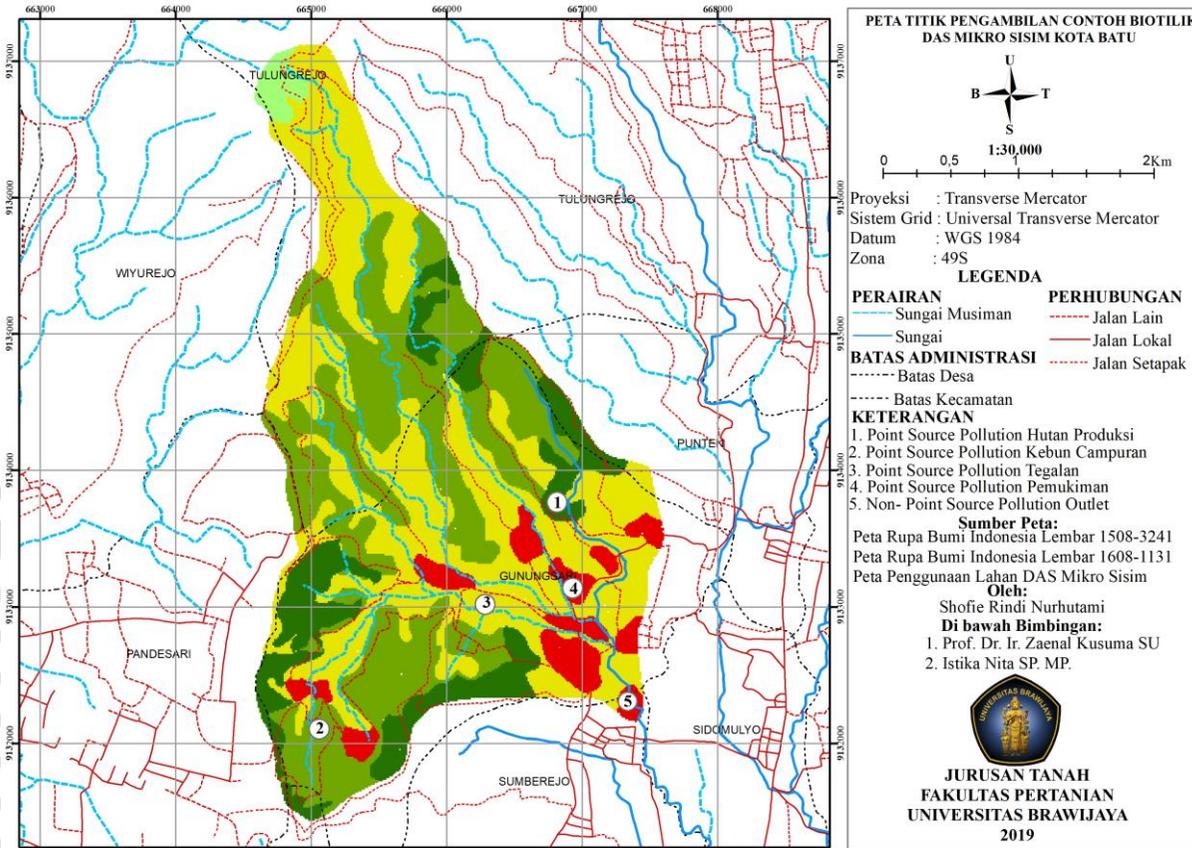
HP.2	KC.3	P.2	SB.4	T.4
HP.3	KC.4	P.3	SB.5	T.5
HP.4	KC.5	P.4	T.1	
HP.5	KC.6	P.5	T.2	
KC.2	P.1	SB.3	T.3	

**Sumber Peta:**  
Peta Kemiringan Lereng DAS Mikro Sisim  
Peta Penggunaan Lahan DAS Mikro Sisim  
Oleh:  
Shofie Rindi Nurhutami  
Di bawah Bimbingan:  
1. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma SU  
2. Istika Nita SP. MP.

**JURUSAN TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
2019**

No	Kode	Keterangan
1	T1	Tegalan, 3-8%, jeruk mawar, philodandrion
2	T2	Tegalan, 8-15%, mawar
3	T3	Tegalan, 15-25%, mawar
4	T4	Tegalan, 25-40%, mawar
5	T5	Tegalan, 40-60%, bunga <i>peacock</i>
6	KC2	Kebun campuran, 8-15%, pinus, cabai
7	KC3	Kebun campuran, 15-25%, pinus, jagung, cabai
8	KC4	Kebun campuran, 25-40%, pinus, cabai, ubi kayu, jagung, kopi
9	KC5	Kebun campuran, 40-60%, pinus, jagung, kopi
10	KC6	Kebun campuran, >60%
11	HP2	Hutan produksi, 8-15%, pinus, rumput gajah
12	HP3	Hutan produksi, 15-25%, pinus, rumput gajah
13	HP4	Hutan produksi, 25-40%, pinus, rumput gajah
14	HP5	Hutan produksi, 40-60%, pinus, rumput gajah
15	P1	Pemukiman, 3-8%, rumah, fasilitas umum
16	P2	Pemukiman, 8-15%, rumah, fasilitas umum
17	P3	Pemukiman, 15-25%, rumah, fasilitas umum
18	P4	Pemukiman, 40-60%, rumah, fasilitas umum
19	P5	Pemukiman, >60%, rumah, fasilitas umum
20	SB3	Semak Belukar, 15-25%, Semak
21	SB4	Semak Belukar, 25-40%, Semak
22	SB5	Semak Belukar, 40-60%, Semak

## 5. Peta Lokasi Pengambilan Contoh Biotilik



## 6. Metode Pengambilan Contoh Biotilik

### 1. Metode *Kicking*

1. Berdiri dengan menghadap arah aliran sungai, kemudian meletakkan jaring ukuran 0,5 mm didepan pengamat hingga menempel ke dasar sungai.

2. Mengaduk-aduk secara perlahan substrat dasar sungai yang berada di depan pengamat dengan gerakan kaki berputar-putar selama  $\pm 3$  menit dengan tujuan untuk membalik substrat dasar sungai yang terbenam.

3. Kemudian mengangkat jaring dari dalam sungai dan membersihkan dari sisa lumpur atau bahan lain dengan cara menyelupkan jaring kedalam sungai hingga jaring terlihat lebih jernih secara hati hati agar substrat dan biotilik tidak terlepas.

4. Meletakkan substrat yang terdapat dalam jaring ke dalam nampan plastik dengan hati hati lalu disiram dengan air agar seluruh substrat berada pada nampan.

5. Mengamati substrat tersebut dengan menggunakan lup atau dengan mata telanjang untuk melihat biotilik yang terdapat di dalam nampan. Apabila terdapat kecebong dan ikan, maka dilakukan pelepasan kembali ke sungai.

6. Contoh biotilik dipisahkan dengan substrat lain yang berada pada nampan dengan menggunakan pinset yang kemudian dimasukkan kedalam botol contoh yang telah terisi oleh alkohol lalu dilakukan identifikasi segera setelah mendapatkan contoh biotilik. Pengambilan contoh dilakukan kembali bila contoh yang didapatkan kurang dari 100 ekor.

7. Hasil Rerata Analisis Bahan Organik Tanah

No	Kode Plot	C-Organik (%)	N Total	C/N	Bahan Organik
1	H2	2,11	0,29	7	3,65
2	H3	1,93	0,38	5	3,34
3	H4	2,00	0,28	7	3,46
4	H5	2,16	0,22	10	3,70
5	KC2	2,00	0,31	6	3,46
6	KC3	1,65	0,23	7	2,85
7	KC4	2,11	0,36	6	3,65
8	KC5	2,04	0,36	6	3,53
9	T2	1,20	0,63	2	2,08
10	T3	1,21	0,52	2	2,09
11	T4	1,16	0,56	2	2,01
12	T5	1,09	0,59	2	1,89

Keterangan: Kolom Kode Plot; (T)Tegalan, (KC) Kebun Campuran, (H) Hutan Produksi dengan angka 2 (kelerengan 8-15%), 3 (kelerengan 15-25%), 4 (kelerengan 25-40%), 5 (kelerengan 40-60%).



Fungsi Tanah	Parameter Tanah			Indeks Bobot	Fungsi Penilaian Plot Kebun Campuran (KC)								IKT Plot KC				
					2		3		4		5		X x Y				
					x	y	x	y	x	y	x	y	2	3	4	5	
	Bobot 1	Bobot 2	Bobot 3														
Melesatkan aktivitas biologi	0,4	Medium perakaran		0,33													
		Kedalaman efektif (cm)	0,6	0,080	120	0,913	120	0,913	120	0,913	120	0,913	0,073	0,073	0,073	0,073	
		Benat isi (gr.cm <sup>-3</sup> )	0,4	0,053	1,08	0,533	1,05	0,583	0,980	0,700	0,96	0,733	0,028	0,031	0,037	0,039	
		Kelengkapan		0,33									0,000	0,000	0,000	0,000	
		Porositas (%)	0,2	0,027	52,36	0,639	61,63	0,904	62,6	0,931	57,3	0,779	0,017	0,024	0,025	0,021	
		C- Organik (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,4	0,053	2	0,643	1,65	0,518	2,11	0,682	2,04	0,657	0,034	0,027	0,036	0,035	
		Kemantapan agregat (%)	0,4	0,053	2,03	0,340	2,05	0,340	2,27	0,340	2,54	0,340	0,018	0,018	0,018	0,018	
		Kebasaan		0,33													
		pH	0,1	0,013	6,06	0,345	6,04	0,336	6,02	0,327	5,98	0,309	0,005	0,004	0,004	0,004	
		P tersedia (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,027	8,55	0,758	8,48	0,747	8,35	0,725	7,76	0,627	0,020	0,020	0,020	0,017	
Pengaturan dan penyediaan air	0,3	K tertukar (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,027	0,28	0,200	0,37	0,300	0,35	0,278	0,41	0,344	0,005	0,008	0,008	0,009	
		C- Organik (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,040	2	0,643	1,65	0,518	2,11	0,682	2,04	0,657	0,026	0,021	0,027	0,026	
		N- tersedia (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,027	0,31	0,323	0,23	0,200	0,36	0,400	0,36	0,400	0,009	0,005	0,011	0,011	
		Kemantapan agregat (%)	0,6	0,18	2,03	0,340	2,05	0,340	2,27	0,340	2,54	0,340	0,061	0,061	0,061	0,061	
		Porositas (%)	0,2	0,06	52,36	0,639	61,63	0,904	62,6	0,931	57,3	0,779	0,038	0,034	0,036	0,047	
		Benat isi (gr.cm <sup>-1</sup> )	0,2	0,06	1,08	0,533	1,05	0,583	0,98	0,700	0,96	0,733	0,032	0,035	0,042	0,044	
		Kemantapan agregat (%)	0,6	0,18	2,03	0,340	2,05	0,340	2,27	0,340	2,54	0,340	0,061	0,061	0,061	0,061	
		Porositas (%)	0,1	0,03	52,36	0,639	61,63	0,904	62,6	0,931	57,3	0,779	0,019	0,027	0,028	0,023	
		Fiber dan buffering		0,3													
		C- organik	0,5	0,045	2	0,643	1,65	0,518	2,11	0,682	2,04	0,657	0,029	0,023	0,031	0,030	
N- total	0,5	0,045	0,31	0,323	0,23	0,200	0,36	0,400	0,36	0,400	0,015	0,009	0,018	0,018			
<b>Total</b>				<b>1</b>								<b>0,491</b>	<b>0,503</b>	<b>0,556</b>	<b>0,537</b>		

Fungsi Tanah	Parameter Tanah	Indeks Bobot	Fungsi Penilaian Plot Tegalan (T)										IKT Plot Tegalan				
			2		3		4		5		X x Y						
			x	y	x	y	x	y	x	y	2	3	4	5			
	Bobot 1	Bobot 2	Bobot 3														
	<b>Medium pemukiman</b>	0,33															
	Kedalaman efektif (cm)		0,6	0,080	100	0,739	73	0,504	60	0,391	72	0,496	0,039	0,040	0,031	0,040	
	Berat isi ( $g/cm^3$ )		0,4	0,053	1,11	0,483	1,11	0,483	1,12	0,467	1,13	0,450	0,026	0,026	0,025	0,024	
	<b>Keleugasan</b>	0,33															
	Porositas (%)		0,2	0,027	45,72	0,449	52,32	0,638	52,55	0,644	51,9	0,625	0,012	0,017	0,017	0,017	
	C- Organik ( $mg/kg^{-1}$ )		0,4	0,053	1,2	0,357	1,21	0,361	1,16	0,343	1,09	0,318	0,019	0,019	0,018	0,017	
	Kemantapan agregat (%)		0,4	0,053	0,98	0,107	0,95	0,107	0,92	0,107	0,83	0,107	0,006	0,006	0,006	0,006	
	<b>Kebasaan</b>	0,33															
	pH		0,1	0,013	5,4	0,045	5,66	0,164	5,46	0,073	5,55	0,114	0,001	0,002	0,001	0,002	
	P tersedia ( $mg/kg^{-1}$ )		0,2	0,027	7,83	0,638	7,22	0,537	6,39	0,398	5,76	0,293	0,017	0,014	0,011	0,008	
	K tertukar ( $mg/kg^{-1}$ )		0,2	0,027	0,61	0,567	0,6	0,556	0,62	0,578	0,54	0,489	0,015	0,015	0,016	0,013	
	C- Organik ( $mg/kg^{-1}$ )		0,3	0,040	1,2	0,357	1,21	0,361	1,16	0,343	1,09	0,318	0,014	0,014	0,014	0,013	
	N- tersedia ( $mg/kg^{-1}$ )		0,2	0,027	0,63	0,815	0,52	0,646	0,56	0,708	0,59	0,754	0,022	0,017	0,019	0,020	
	Kemantapan agregat (%)		0,6	0,18	0,98	0,107	0,95	0,107	0,92	0,107	0,83	0,107	0,019	0,019	0,019	0,019	
	Porositas (%)		0,2	0,06	45,72	0,449	52,32	0,638	52,55	0,644	51,9	0,625	0,027	0,038	0,039	0,038	
	Berat isi ( $g/cm^3$ )		0,2	0,06	1,11	0,483	1,11	0,483	1,12	0,467	1,13	0,450	0,029	0,029	0,028	0,027	
	Kemantapan agregat (%)		0,6	0,18	0,98	0,107	0,95	0,107	0,92	0,107	0,83	0,107	0,019	0,019	0,019	0,019	
	Porositas (%)		0,1	0,03	45,72	0,449	52,32	0,638	52,55	0,644	51,9	0,625	0,013	0,019	0,019	0,019	
	Proses mikrobiologis	0,3															
	C- organik		0,5	0,045	1,2	0,357	1,21	0,361	1,16	0,343	1,09	0,318	0,016	0,016	0,015	0,014	
	N- total		0,5	0,045	0,63	0,815	0,52	0,646	0,56	0,708	0,59	0,754	0,037	0,029	0,032	0,034	
	<b>Total</b>			1									0,351	0,341	0,329	0,328	

9. Hasil Analisis Bioindikator Kualitas Air

1. Hasil Analisis Lingkungan Perairan

a. Karakteristik Substrat Dasar Sungai

No	Parameter	Kategori			Skor A/B/C	
		Baik (A)	Cukup (B)	Buruk (C)		
1	Tutupan substrat di zona litoral (tepi sungai)	Lebih dari 50% substrat berupa campuran stabil dari berbagai ukuran yang sesuai untuk koloni invertebrata dan diatom; terdapat potongan kayu dan lapuk di dalam air	10-50% substrat masih beberapa substrat tergerus dipindahkan sungai	kondisi stabil; beberapa bagian habitat terganggu, atau diatom sangat banyak dan sangat stabil	substrat yang stabil untuk koloni invertebrata dan sedikit tidak	B
2	Substrat tepi sungai terpendam lumpur	<25% batuan terpendam atau tertutupi lumpur halus; batuan dapat diangkat dengan mudah dari dasar sungai	25-75% terpendam lumpur halus; harus ditarik untuk mengambilnya dari dasar sungai	substrat lebih dari dalam substrat batuan untuk dicongkel dari dasar sungai	75% terpendam lumpur halus; harus diangkatnya dari dasar sungai	A
3	Pengendapan sedimen	Kurang dari 50% substrat dasar sungai tertutup oleh endapan sedimen	Cukup pengendapan baru kerikil, pasir dan lumpur; 50-80% dasar sungai dipengaruhi endapan baru yang terakumulasi belokan sunga	Banyak substrat partikel halus; dari 80% dasar tergantikan, pendangkalan karena tumpukan sedimen yang berlebihan	endapan lebih substrat terus terjadi	A
4	substrat di bagian sungai yang dalam	dasar sungai berupa campuran batuan dengan berbagai ukuran	dasar sungai seluruhnya lempung	dasar sungai lempung atau pasir	dasar sungai berupa lempung keras, lempeng batu lebar dan sangat besar, atau seluruhnya pasir	A
5	Naungan Vegetasi Kecil (lebar kurang dari 5 meter)	Naungan vegetasi menutupi 30-70% aliran sungai; ada bagian masih disinari matahari	Naungan vegetasi menutupi kurang dari 30% aliran sungai; atau lebih dari 70% aliran sungai	Tidak ada naungan vegetasi di kiri dan kanan sungai; aliran sungai terpapar langsung oleh sinar matahari	Naungan vegetasi di kiri dan kanan sungai; aliran sungai terpapar langsung oleh sinar matahari	A
6	Kekeruhan Sungai	Air sangat jernih; permukaan dasar terlihat jelas kedalaman setinggi lutut pengamat	Air sungai agak keruh; permukaan dasar sungai terlihat agak samar pada kedalaman setinggi lutut pengamat	Air sungai sangat keruh; permukaan dasar sungai terlihat pada kedalaman setinggi lutut pengamat	Air sungai sangat keruh; permukaan dasar sungai tidak terlihat pada kedalaman setinggi lutut pengamat	B



b. Faktor Gangguan Kesehatan Sungai

No	Parameter	Kategori			Skor A/B/C
		Baik (A)	Cukup (B)	Buruk (C)	
1	Apakah ada modifikasi aliran sungai?	tidak ada bendungan atau sudetan air di hulu, kalau ada skalanya kecil; lebar sungai dan jumlah substrat tergenang tidak berubah jauh di hulu dan hilir sudetan	air menutupi 25-75% penampang sungai, sebagian besar batuan di bagian sungai dangkal tampak kering tidak tergenang oleh air sungai	Sangat sedikit air yang mengisi saluran, kebanyakan berupa genangan air tenang di beberapa bagian sungai	B
2	Apakah ada perubahan aliran karena pengerukan atau pelurusan sungai?	Tidak ada pelurusan atau pengerukan batu dan pasir sungai	Pelurusan cukup luas, 20-50% diplengsens; pengerukan material dasar sungai mengganggu 1% habitat dasar sungai	Tebing sungai dibatasi plengsensan beton >50%; pengerukan material dasar sungai mengganggu lebih dari 1% habitat dasar sungai	A
3	Bagaimana stabilitas tebing sungai sebelah KIRI?	Tebing sungai stabil; bekas erosi atau tebing longsor tidak ada atau sangat sedikit; kurang dari 30% tebing sungai mengalami erosi	Kurang stabil; 30-60% tebing terdapat bagian mengalami erosi, tebing sungai kemungkinan besar mengalami erosi tinggi pada musim hujan	Tidak stabil; banyak bagian tebing sungai mengalami erosi dan terkikis terlihat pada bagian sungai yang lurus dan berkelok, bekas gerusan membentuk cekungan tebing, 60-100% tebing memiliki bekas erosi	B
4	Bagaimana stabilitas tebing sungai sebelah KANAN ?	Lihat no.3	Lihat no.3	Lihat no.3	B
5	Bagaimana kondisi perlindungan tebing oleh vegetasi bantaran sungai KIRI?	>90% bantaran sungai ditumbuhi vegetasi alami, meliputi jenis pohon, semak bawah dan tanaman non kayu; pemanfaatan vegetasi untuk pakan ternak atau bantaran yang dikonversi untuk hutan produksi <5%; lebih dari 50% vegetasi bantaran dapat tumbuh alami	50-90% lahan bantaran sungai ditumbuhi vegetasi alami, gangguan terhadap vegetasi alami terlihat jelas, terdapat 5-10% bantaran yang gundul atau ditanami tanaman budidaya, 10-50% tanaman alami dengan tinggi bervariasi	<50% bantaran sungai bervegetasi; gangguan pada bantaran sungai sangat tinggi, >70% vegetasi diambil untuk pakan ternak atau berubah menjadi lahan pertanian; 10% ditanami pohon kayu, <10% vegetasi alami dengan tinggi bervariasi	C

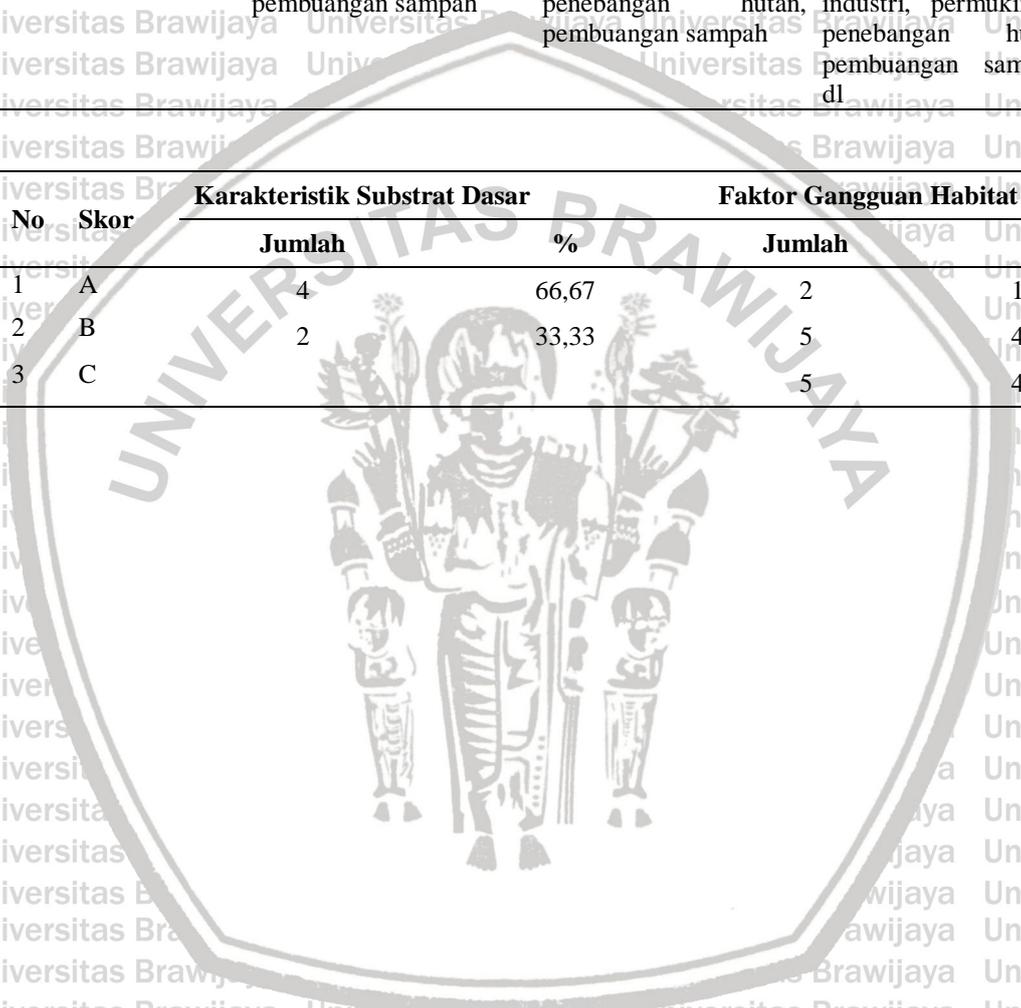


No	Parameter	Kategori			Skor
		Baik (A)	Cukup (B)	Buruk (C)	
6	Perlindungan tebing oleh vegetasi bantaran KANAN?	Lihat no.5	Lihat no.5	Lihat no.5	C
7	Berapa lebar vegetasi sempadan sungai sebelah KIRI	lebar sempadan sungai >15 meter; aktivitas manusia tidak berdampak nyata pada sungai alami	lebar sempadan sungai 6-15 meter; aktivitas manusia berdampak pada sempadan sungai	lebar sempadan sungai < 6 meter, tidak ada atau sedikit sekali tumbuhan alami di sempadan sungai karena tingginya aktivitas manusia	C
8	Berapa lebar vegetasi sempadan sungai sebelah KANAN	Lihat no.7	Lihat no.7	Lihat no.7	C
9	Berapa besar fluktuasi tinggi muka air	Diskusi dengan penduduk setempat untuk mengetahui perubahan tinggi muka air jarang terjadi kecuali karena perubahan musim	Diskusi dengan penduduk setempat mengetahui bahwa tinggi muka air sungai berubah setiap bulan, tetapi perbedaan tinggi muka air antara hulu dan hilir sudetan <20 cm	Diskusi dengan masyarakat untuk mengetahui perubahan muka air terjadi sungai setiap hari atau setiap minggu, perbedaan tinggi muka air >1 meter antara sungai di hulu dengan di hilir sudetan	A
10	Apa saja aktivitas manusia di sekitar sungai dan berapa besar dampaknya?	Sedikit aktivitas di sekitar sungai; tidak ada atau sedikit aktivitas pertanian, penggembalaan ternak, pengambilan vegetasi untuk pakan ternak, penambangan pasir dan batu, pembuangan limbah cair, pembuangan sampah	Cukup banyak aktivitas manusia di sungai dan sempadan sungai; <5% aktivitas sungai rusak karena dampak aktivitas pertanian, peternakan, pembuangan limbah, penambangan pasir dan batu, pembuangan sampah	Sangat banyak aktivitas manusia di sungai dan sempadan sungai; >5% sungai rusak karena dampak aktivitas pertanian, peternakan, pembuangan limbah, penambangan pasir dan batu, pembuangan sampah	B
11	Apakah ada aktivitas manusia pada radius 2 km di bagian hulu lokasi pengamatan?	Sedikit aktivitas manusia yang mengganggu wilayah hilir; seperti penambangan pasir batu skala besar, pembuangan limbah industri dan permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah	Cukup banyak aktivitas gangguan ke wilayah hilir; kurang dari 5% kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah	Banyak aktivitas gangguan ke wilayah hilir; lebih dari 5% kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah	B



No	Parameter	Kategori			Skor A/B/C
		Baik (A)	Cukup (B)	Buruk (C)	
12	Apakah ada aktivitas manusia pada radius 2-10 km di bagian hulu lokasi pengamatan?	Sedikit aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan ke wilayah hilir; seperti adanya penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah	Cukup banyak aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan ke wilayah hilir; kurang dari 5% kawasan hulu terdapat penambangan pasir skala besar, pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah	Banyak aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan ke wilayah hilir; lebih dari 5% kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir batu skala besar, pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah, dl	C

No	Skor	Karakteristik Substrat Dasar		Faktor Gangguan Habitat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	A	4	66,67	2	16,67
2	B	2	33,33	5	41,67
3	C			5	41,67



c. Pemeriksaan kesehatan habitat sungai

No	Parameter	Skor			Skor 1/2/3	
		1	2	3		
1	Komposisi substrat di tepi sungai	Lebih dari 50% substrat terdiri dari kombinasi pasir dan batuan berukuran, sesuai untuk koloni invertebrata dan diatom; terdapat potongan kayu yang lapuk di dalam air dengan campuran substrat batuan stabil	50-50% substrat terdiri dari kombinasi pasir dan batuan berukuran; beberapa substrat terganggu, tergerus atau dipindahkan dari sungai	subtrat terdiri dari kombinasi batu beragam ukuran; beberapa substrat tergerus atau dipindahkan dari sungai, habitat untuk koloni invertebrata dan diatom sangat sedikit	>90% substrat didominasi oleh pasir, atau lumpur; sebagian besar substrat tergerus atau dipindahkan dari sungai, habitat untuk koloni invertebrata dan diatom sangat sedikit	2
2	Subtrat tepi sungai yang terpendam lumpur sedimentas	<25% terpendam tertutupi halus; batuan dapat diangkat dengan mudah dari dasar sungai	batuan 25-75% terpendam lumpur halus; batuan dapat diangkat dengan mengangkatnya dari dasar sungai	subtrat lebih dari 75% terpendam dalam lumpur halus; batuan harus dicongkel untuk mengangkatnya dari dasar sungai	3	
3	Fluktuasi debit air sungai?	Di bagian hulu tidak ada bendungan atau penyudetan aliran sungai, walaupun ada skalanya kecil; perbedaan lebar sungai teraliri air dan ketinggian muka air saat musim hujan dan kemarau < 25%	perbedaan lebar sungai teraliri air dan ketinggian muka air saat musim hujan dan kemarau > 25%-75%	lebar sungai dan teraliri air dan ketinggian muka air saat musim hujan dan kemarau > 75%, saat musim mengering meninggalkan cekungan air di beberapa bagian sungai	2	
4	Apakah ada perubahan aliran karena pengerukan atau pelurusan?	Tidak ada pelurusan atau pengerukan batu dan pasir dari dasar sungai	Pelurusan cukup luas, 20-50% sungai diplungseng; pengerukan material dasar sungai mengganggu habitat dasar sungai	Tebing sungai dibatasi beton, lebih dari 50% bagian sungai diplungseng; atau pengerukan material dasar sungai mengganggu lebih dari 10% habitat dasar sungai	3	
5	Bagaimana stabilitas tebing sungai sebelah KIRI ?	Tebing sungai stabil; tidak ada atau sedikit bekas erosi atau tebing longsor di tepi sungai; kurang dari 30% tebing sungai mengalami erosi	Kurang stabil; terdapat 30-60% bagian tebing sungai mengalami erosi, terjadi erosi tinggi pada musim hujan	Tidak stabil; banyak bagian tebing sungai mengalami erosi, terlihat pada bagian sungai yang lurus dan berkelok, bekas gerusan membentuk cekungan pada tebing, > 60% tebing	2	



6	Bagaimana stabilitas sungai KANAN ?	Lihat no.5	Lihat no.5	73	memiliki bekas erosi	Lihat no.5	2
7	Berapa vegetasi sungai KIRI	lebar sempadan >15 meter; aktivitas manusia berdampak nyata pada sempadan alami	lebar sempadan 6 - 15 meter; aktivitas manusia tidak berdampak nyata pada sempadan sungai alami	1	lebar sempadan <6 meter; aktivitas manusia tidak berdampak nyata pada sempadan sungai alami	Lihat no.7	1
8	Berapa vegetasi sungai KANAN	Lihat no.7	Lihat no.7	1	Lihat no.7	Lihat no.7	1
9	Apa saja aktivitas manusia di sekitar sungai dan berapa besar dampaknya?	Sangat sedikit aktivitas di sekitar sungai dan sempadan sungai; tidak ada atau sedikit aktivitas pertanian, penggembalaan ternak, pengambilan vegetasi untuk pakan ternak, penambangan pasir dan batu, pembuangan limbah cair, pembuangan sampah, aktivitas perkapalan, dll	Sedikit aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan di wilayah hulu; kurang dari 5% bantaran sungai di kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah, dll.	2	Cukup banyak aktivitas di sekitar sungai dan sempadan sungai; >5% sungai dan bantaran sungai rusak karena dampak aktivitas pertanian, peternakan, pembuangan limbah, penambangan pasir dan batu, pembuangan sampah, perkapalan, dll	Sangat banyak aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan di wilayah hulu; lebih dari 20% bantaran sungai kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas industri, pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah, dll.	2
10	Apakah ada aktivitas manusia pada radius 2-10 km di bagian hulu lokasi pengamatan?	Sedikit aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan di wilayah hulu; kurang dari 5% bantaran sungai di kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah, dll.	Cukup banyak aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan di wilayah hulu; 5-20% bantaran sungai kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah, dll.	1	Sangat banyak aktivitas manusia yang menimbulkan gangguan di wilayah hulu; lebih dari 20% bantaran sungai kawasan hulu memiliki aktivitas penambangan pasir dan batu skala besar, aktivitas industri, pembuangan limbah industri, permukiman, penebangan hutan, pembuangan sampah, dll.	Lihat no.7	1

**Rata - Rata Skor** 1,90

**2. Perhitungan Indeks Pencemaran Air Biotilik DAS Mikro Sisim**

<i>Family</i>	<b>Jumlah Organisme</b>	<b>IPA Biotilik</b>	<b>Keterangan</b>
	<i>Group</i>		



	A	B	C	D	X	Y	Y/X
<i>Caenidae</i>			33		33	66	
<i>Erpobdellidae</i>			3		3	3	
<i>Paratelpusidae</i>			2		2	4	1,97
<i>Tubificidae</i>			31		31	31	
<i>Corydalidae</i>			31		31	93	
Jumlah					100	197	

Keterangan: X adalah jumlah biotilik dalam setiap group, Y adalah hasil perkalian antara jumlah biotilik dalam setiap group dengan skor dari masing masing group A, B, C, D secara berurutan 4, 3, 2, 1.

Kotor, Pencemaran Agak Berat

### 3. Dokumentasi Organisme yang Ditemukan



*Caenidae*



*Erpobdellidae*



*Paratelpusidae*



*Tubificidae*



*Corydalidae*

### 10. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Pengambilan contoh tanah terganggu



Pengambilan Contoh Biotilik





Analisis K dapat ditukar



Analisis Berat Isi Tanah



Biotilik yang ditemukan di NPS Outlet  
DAS



Identifikasi *Family* Biotilik