

**Evaluasi perubahan kualitas tanah sawah irigasi teknis di kawasan industri
sub das Bengawan Solo daerah kabupaten Karanganyar**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret**

Jurusan/Program Studi Ilmu Tanah



Oleh :

Rezania Prathista Indrahati

H0204017

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2008

**EVALUASI PERUBAHAN KUALITAS TANAH SAWAH IRIGASI
TEKNIS DI KAWASAN INDUSTRI SUB DAS BENGAWAN SOLO
DAERAH KABUPATEN KARANGANYAR**

yang dipersiapkan dan disusun oleh:
REZANIA PRATHISTA INDRAJATI
H0204017

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal :
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Dr. Ir. Suprivadi, MP.
NIP. 131 792 209

Ir. Sutopo, MP.
NIP. 130 604 049

Ir. Sumani, MSi.
NIP. 131 771 479

Surakarta, Oktober 2008

Mengetahui
Universitas Sebelas Maret
Fakultas Pertanian
Dekan

Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS
NIP. 131 124 609

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillahirobbil 'alamiin penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, pemilik segala kemuliaan dan keagungan atas limpahan nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan karya ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasul Muhammad SAW kekasih Allah. Dengan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H Suntoro, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Sri Hartati, MP., selaku pembimbing akademik dan Sekertaris Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Ir. Supriyadi, MP., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan masukan serta ilmunya kepada penulis.
4. Ir. Sutopo, MP., selaku Pembimbing Pendamping I yang senantiasa memberikan semangat dan sabar membimbing penulis.
5. Ir. Sumani, MP., selaku pembimbing Pendamping II atas kesediaannya meluangkan waktu untuk membimbing penulis.
6. Ayah dan Ibu serta adik-adik tercinta, yang telah memberikan dukungan moral dan material untuk membantu mewujudkan cita-cita penulis.
7. Rekan-rekan team penelitian serta teman-temanku di Ilmu Tanah 2004 yang banyak membantu dan memberi warna selama masa perkuliahan.
8. Pak Rebo, Bu Wati, Pak Yen, Bu Trisni, Mas Dar, Mbak Tum, dan Mas Sidiq yang selalu bersedia membantu dalam penyelesaian penelitian.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mohon maaf apabila dalam penyusunan karya ini banyak kekurangan, karena kesempurnaan hanya milik Allah. Akhirnya penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semuanya. Amiin.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
RINGKASAN.....	ix
SUMMARY.....	x
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah Sawah.....	4
B. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	13
C. Kualitas Tanah.....	14
D. Kawasan Industri.....	19
E. Logam Berat Jenis Chromium.....	20
III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
C. Perancangan penelitian.....	22
D. Tata Laksana Penelitian.....	23
E. Kerangka Berpikir.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Analisis Indikator Kualitas Tanah Pada Tiap Satuan Peta	

Tanah	31
1. Karakteristik lokasi Penelitian.....	31
2. Informasi Kualitas Tanah dan Perubahan Kualitas Tanah.....	37
B. Hasil Pengamatan Sosial Ekonomi.....	45
C. Rekomendasi.....	45
1. Rekomendasi Pengelolaan.....	45
2. Rekomendasi terhadap Kawasan Industri.....	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	48
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
3.1	Tabel variabel pengamatan.....	26
3.2.	Indikator dan Batas Penilaian Kualitas Tanah.....	27
4.1.1	Tipe Pengelolaan Tanah Sawah Lokasi Penelitian.....	33
4.2.1	Skoring Penentuan Indeks Kualitas Tanah (IKT).....	38
4.2.2	Indeks Kualitas Tanah Tiap Satuan Peta Tanah.....	42



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Profil Tanah Sawah.....	8
2.2	Reaksi Kimia pada Tanah Sawah.....	8
4.2.1.	Histogram Indeks Kualitas Tanah tiap Satuan Peta Tanah.....	42



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1	Rekomendasi pemupukan spesifik lokasi	54
2	Tabel penentuan indeks kualitas tanah metode Wander.....	55
3	Stepwise Regression Variabel Pengamatan Terhadap IKT..	56
4	Analisis indikator kualitas tanah	57
5	Hasil Wawancara dengan Petani Setempat.....	58
6	Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (Kontrol Dalam).....	61
7	Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 1 >0 mdpl).....	63
8	Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 1 >100 mdpl).....	65
9	Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 1 >150 mdpl).....	67
10	Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 2).....	69
11	Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (Kontrol Luar)	71
12	Foto Penelitian.....	73
13	Peta SPT Kualitas Tanah Sawah Irigasi Teknis di Kawasan Industri Sub DAS Bengawan Solo.....	74

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Lahan Sawah adalah lahan pertanian yang berpetak-petak dan dibatasi oleh pematang (galengan), saluran untuk menahan/menyalurkan air, yang biasanya ditanami padi sawah tanpa memandang dari mana diperolehnya atau status tanah tersebut, termasuk di sini lahan yang terdaftar di Pajak Hasil Bumi, Iuran Pembangunan Daerah, lahan bengkok, lahan serobotan, lahan rawa yang ditanami padi dan lahan-lahan bukaan baru (transmigrasi dan sebagainya). Lahan sawah di Indonesia biasa ditanami padi, yaitu tanaman penghasil beras yang menyokong kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Di Kabupaten Karanganyar sendiri keberadaan lahan sawah menempati 65% dari luas wilayahnya.

Tanah sawah merupakan tanah yang sudah mengalami pengolahan antara lain pelumpuran dan penggenangan. Pengolahan tanah merupakan manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Pengolahan yang dilakukan pada tanah sawah sudah diterapkan sejak jaman dahulu dan telah ditetapkan sebagai budaya pertanian meskipun sekarang diaplikasikan dalam sistem pertanian moderen. Pengolahan tanah sawah memang dianggap penting, tetapi Pengolahan secara intensif dapat menyebabkan kerusakan tanah misalnya kerusakan struktur tanah, penurunan agregasi tanah, serta degradasi bahan organik (Alibasyah, 2001).

Lahan sawah mempunyai ciri utama yaitu tanahnya selalu tergenang. Dalam Pengolahannya, perlakuan standar yang diberikan adalah pemupukan dan pengairan. Jenis pengairan pada penelitian ini adalah sawah dengan pengairan irigasi teknis. Pengairan irigasi teknis yaitu lahan sawah yang mempunyai jaringan irigasi dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian air ke dalam lahan sawah tersebut dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah. Biasanya lahan sawah irigasi teknis mempunyai jaringan irigasi yang terdiri dari saluran primer dan

sekunder. Ciri-ciri irigasi teknis: air dapat diatur dan diukur sampai dengan saluran tersier serta bangunan permanennya. Sumber air irigasi biasanya dari aliran sungai sekitar areal persawahan. Pemberian air pada tanah sawah memang diperlukan tetapi tidak perlu berlebihan. Selain tidak intensif, pemberian air yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan sifat fisik tanah khususnya pada agregasi tanah (Masganti, 2000). Air irigasi juga harus ditilik dari mana sumbernya. Sumber pengairan perlu diketahui untuk menentukan ada tidaknya cemaran serta mempelajari tingkat bahaya cemaran.

Areal persawahan di Kabupaten Karanganyar beberapa terletak di sekitar daerah industri, misalnya daerah Jaten, Kebakkramat, Gondangrejo, Tasikmadu, dan daerah industri lain di Kabupaten Karanganyar sedangkan sejak dahulu kegiatan antara sektor pertanian dengan sektor industri tidak dapat berjalan sejajar. Hal ini dapat dikarenakan pada industri tertentu, pembuangan limbah melalui sungai sekitar, padahal air sungai tersebut digunakan untuk mengairi sawah sekitarnya. Limbah pabrik dapat mengandung unsur logam berat yang meracun atau sebaliknya dapat menyuplai pasokan unsur tertentu. Unsur yang meracun mungkin tidak langsung menyerang tanaman namun melalui siklus rantai makanan. Unsur dalam hasil panen yang dikonsumsi masyarakat akan terakumulasi dalam tubuh dan dapat menyebabkan penyakit. Tetapi adapula kandungan limbah yang bersifat memberi pasokan hara berupa unsur N, P, dan K dihasilkan saat proses *cleaning* pada pabrik tekstil. Masuknya unsur-unsur tertentu melalui air irigasi tersebut dapat pula mempengaruhi kualitas tanah sawah. Sejauhmana perubahan kualitas tanah dipengaruhi oleh masukan air irigasi tersebut akan dikaji melalui penelitian ini.

Kualitas tanah bersifat dinamik dan inherent yang dapat mempengaruhi keberlanjutan serta produktivitas lahan. Pada proses degradasi dan konservasi, kualitas tanah dipengaruhi oleh sifat fisika, kimia, dan biologi sebagai indikator yang saling berkaitan dan berinteraksi.

B. Perumusan Masalah

Air irigasi untuk tanah sawah yang terletak pada kawasan industri berasal dari aliran Sub DAS Bengawan Solo yang juga digunakan untuk pembuangan limbah. Terdapat kemungkinan bahwa tanah sawah di kawasan industri terkontaminasi limbah. Kontaminasi oleh limbah tentu saja akan mengakibatkan suatu perubahan, baik pada tanah maupun tanaman. Oleh sebab itu, akan dikaji bagaimana pengaruh air irigasi yang diberikan terhadap perubahan kualitas tanah sawah.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui perubahan kualitas tanah sawah irigasi teknis di DAS Bengawan Solo wilayah Kabupaten Karanganyar akibat aktivitas industri.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini mempunyai manfaat untuk mengetahui perubahan kualitas yang diakibatkan oleh irigasi dan industri sehingga dapat memberikan saran dan masukan yang tepat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah Sawah

Tanah sawah adalah tanah yang digunakan untuk menanam padi sawah, baik secara terus-menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Tanah sawah mencakup semua tanah yang terdapat dalam zona iklim dengan regim temperatur yang sesuai untuk menanam padi paling tidak sekali dalam setahun (Anonim, 1990).

Tanah sawah (*paddy soil*) merupakan jenis tanah sebagai akibat penggenangan untuk waktu yang agak lama, sehingga terjadi proses: (1) pemindahan senyawa besi dan mangan dari lapisan atas dan diendapkan di lapisan bawah (2) pendataran (*teracering*) (3) permukaan tanah yang miring (4) akumulasi debu (silt) oleh air irigasi pada permukaan tanah (Anonim, 2007).

Sifat-sifat tanah sawah adalah: (1) keadaan reduksi yang menyebabkan drainase buruk, (2) adanya akumulasi sejumlah senyawa besi dan mangan (3) kemampuan perkolasi ke bawah. Dengan sifat-sifat tersebut menyebabkan tanah permukaan banyak mengandung lapisan debu dan berwarna cerah/muda yang tebalnya sejajar dengan permukaan tanah (Rosmarkam *et al*, 2002).

Tanah sawah bukan merupakan terminologi klasifikasi untuk suatu jenis tanah tertentu, melainkan istilah yang menunjukkan cara pengelolaan berbagai jenis tanah untuk budidaya padi sawah. Secara fisik, tanah sawah dicirikan oleh terbentuknya lapisan oksidatif atau aerobik di atas lapisan reduktif atau anaerobik di bawahnya sebagai akibat penggenangan, sedangkan ekosistem tanah sawah diklasifikasikan kedalam empat kelompok, yaitu:

1. Tanah sawah beririgasi (*irrigated rice ecosystem*), dicirikan oleh permukaan lahan yang datar, dibatasi oleh pematang dengan tata air terkontrol, lahan tergenang dangkal dengan kondisi tanah dominan anaerobik selama pertumbuhan tanaman dan penanaman padi

dilakukan dengan pemindahan bibit pada tanah yang telah dilumpurkan.

2. Tanah sawah dataran tinggi (*upland rice ecosystem*), dicirikan oleh lahan datar hingga agak berombak, jarang digenangi, tanah bersifat aerobik dan penanaman padi dilakukan dengan penyebaran benih pada tanah kering atau tanpa penggenangan yang telah dibajak atau dalam keadaan lembab tanpa pelumpuran.
3. Tanah sawah air dalam peka banjir (*flood-prone rice ecosystem*), dicirikan oleh permukaan lahan yang datar hingga agak berombak atau cekungan, tergenang banjir akibat air pasang selama lebih dari 10 hari berturut-turut sedalam 50-300 cm selama pertumbuhan tanaman, tanah bersifat aerobik sampai anaerobik dan penanaman padi dilakukan dengan pemindahan bibit pada tanah yang dilumpurkan atau sebar-benih pada tanah kering yang telah dibajak.
4. Tanah sawah tadah hujan dataran rendah (*rainfed lowland rice ecosystem*), dicirikan oleh permukaan lahan datar hingga agak berombak, dibatasi pematang, penggenangan akibat air pasang tidak kontinyu dengan kedalaman dan periode bervariasi, umumnya tidak lebih dari 50 cm selama lebih dari 10 hari berturut-turut, tanah bersifat aerobik-anaerobik berselang-seling dengan frekuensi dan periode yang bervariasi serta penanaman padi dilakukan dengan pemindahan bibit pada tanah yang telah dilumpurkan atau sebar-benih pada tanah kering yang telah dibajak atau dilumpurkan (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Sawah adalah lahan usaha tani yang secara fisik permukaannya rata, dibatasi oleh pematang yang berfungsi untuk menahan dan mengatur permukaan air guna tujuan pengusahaan tanaman padi. Pada lahan sawah, tanaman padi merupakan tanaman utama. Tanaman pangan lain diusahakan sebagai tanaman ikutan. Setelah ada teknologi budidaya, irigasi teknis diterapkan pada tanah sawah yang mempunyai peranan penting yaitu:

1. Menyediakan air dan mengatur kelembaban tanah,
2. Membantu menyuburkan tanah melalui kandungan bahan yang terbawa air,
3. Memungkinkan penggunaan pupuk dan obat dalam dosis tinggi,
4. Menekan pertumbuhan gulma,
5. Menekan perkembangan hama tertentu,
6. Memudahkan pengolahan tanah.

Saluran irigasi teknis dibangun ditunjukkan dengan adanya sekat sebagai saluran tempat mengalirnya air. Untuk mengatur volume dan kecepatan air, saluran harus dibagi-bagi. Adanya kotoran dan sampah yang tertimbun juga dapat mengganggu aliran air. Saluran air juga dapat membendung jika terjadi banjir sewaktu-waktu (Wirawan, 1991).

Lahan sawah dengan irigasi teknis yaitu jaringan irigasi dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian air ke dalam lahan sawah tersebut dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah. Biasanya lahan sawah irigasi teknis mempunyai jaringan irigasi yang terdiri dari saluran primer dan sekunder serta bangunannya dibangun dan dipelihara oleh pemerintah. Ciri-ciri irigasi teknis: Air dapat diatur dan diukur sampai dengan saluran tersier serta bangunan permanennya. Lahan sawah yang memperoleh pengairan dari sistem irigasi, baik yang bangunan penyalur dan jaringan-jaringannya diatur dan dikuasai dinas pengairan PU maupun dikelola sendiri oleh masyarakat (Anonim, 2007).

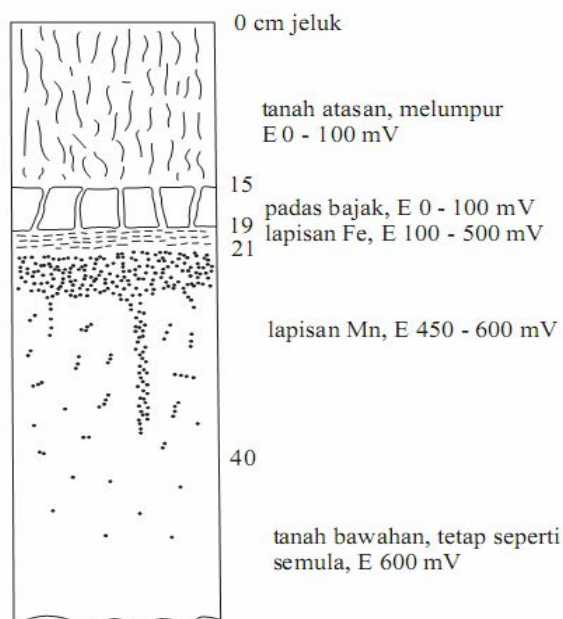
Kadar air tanah yang lebih rendah pada tanah sawah yang diolah sempurna disebabkan oleh porositas tanah lebih tinggi, sehingga kehilangan air lebih banyak (Gajri *et al.*, 1992; Onaele dan Bishnoi, 1992; Hussain *et al.*, 1998 *cit* Masganti, 2000).

Secara umum kualitas air irigasi teknis yang diberikan terhadap tanah sawah dapat diperkirakan memenuhi dasar atau ketentuan sebagai berikut:

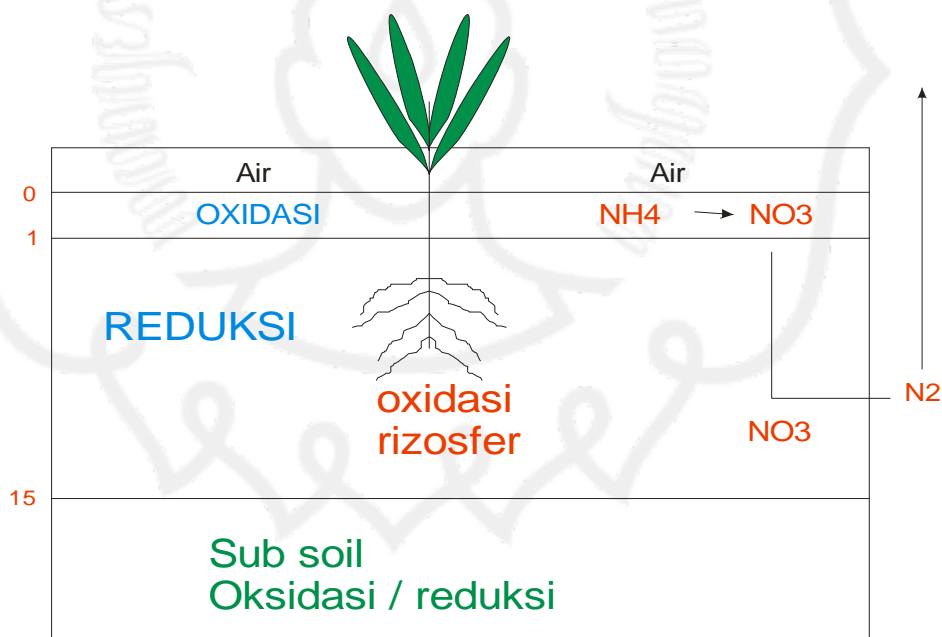
1. Mengandung konsentrasi garam total dengan komposisi dan tingkatan yang tepat. Partikel tanah akan mendukung lingkungan equilibrium bila ditambahkan air irigasi berkualitas
2. Prediksi atau penentuan pemberian irigasi dapat membantu mengubah sodium menjadi bentuk yang dapat ditukar
3. Determinasi kedalaman air irigasi dapat diterapkan untuk mendukung kondisi equilibrium yang sesuai dengan zona perakaran untuk mengantisipasi konsentrasi garam yang terlalu tinggi pada irigasi (Zimmerman, 1966).

Penyediaan air oleh hujan tidak menentu dan tidak mencukupi, oleh sebab itu mulai dibangun saluran irigasi yang kemudian mengalami peningkatan tahap demi tahap sehingga menjadi irigasi teknis. Saluran irigasi teknis ini mempunyai keunggulan dapat menahan air dengan volume dan kecepatan tinggi sehingga tidak terjadi erosi pada tanah sawah (Wirawan, 1991).

Pengaruh air irigasi pada tanah yang dialirinya dapat bersifat netral, implementer, memperkaya ataupun memiskinkan. Air irigasi bersifat netral yaitu didapatkan pada tanah-tanah yang menerima pengairan dari air yang berasal dan memlalui daerah aliran yang memiliki jenis tanah yang sama dengan tanah yang dialiri. Sifat suplementer dijumpai pada tanah yang telah kehilangan unsur-unsur hara akibat pencucian dan mendapatkan unsur-unsur hara lain dari air irigasi. Air irigasi bersifat memperkaya tanah apabila kandungan unsur hara akibat dari pengairan lebih besar jumlahnya daripada unsure hara yang hilang karena paen, drainase atau pengairan. Pencucian unsur hara dari permukaan kompleks adsorpsi dan larutan tanah oleh air irigasi bersifat memiskinkan tanah (Suyana *et al*, 1999).



Gambar 2.1. Profil tanah sawah menurut Koenigs (1950) dan dee Gee (1950) (Notohadiprawiro, 1992).



Gambar 2.2. Reaksi kimia pada tanah sawah ((Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Perubahan sifat fisik tanah sawah yang mula-mula terjadi merupakan akibat dari pelumpuran (puddling). Pelumpuran dilakukan dengan pengolahan tanah dalam keadaan tergenang ketika tanah dibajak kemudian digaru yang masing-masing proses sekurang-kurangnya

memerlukan dua kali sehingga agregat tanah hancur menjadi Lumpur yang sangat lunak. Pelumpuran secara keseluruhan menyebabkan sifat tanah menjadi berikut:

1. Semua agregat tanah hancur sehingga tidak berstruktur
2. Pori makro berkurang sehingga pori mikro meningkat
3. Daya menahan air meningkat karena meningkatnya jumlah pori mikro
4. Dengan meningkatnya daya menahan air maka tanah yang melumpur tersebut mempunyai daya kohesi rendah akibat rendahnya nisbah tanah:air. Tanah menjadi sangat lunak menjadi Lumpur yang baru menjadi mengendap
5. Dalam bentuk lumpur tersebut tanah dapat mempertahankan keadaan reduksi lebih lama.
6. Partikel halus dalam lumpur tersebut dapat bergerak ke bawah bersama air perkolasi dan mengendap di bawah lapisan olah sehingga membantu pembentukan lapisan tapak bajak.

(Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Proses pelumpuran selesai, air genangan akan semakin tenang yang kemudian terjadi pengendapan partikel tanah. Partikel tanah yang mengendap akan mengalami stratifikasi . Setelah mengalami stratifikasi, daya kohesi antar partikel semakin kuat sehingga tanah menjadi lebih padat (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Secara biologis, perubahan kondisi tanah sawah disebabkan karena kekurangan O_2 . dalam proses respirasi mikroorganismenya beberapa unsur atau ionnya harus bertindak sebagai penerima elektron. Pada keadaan tergenang ketika O_2 sangat berkurang senyawa mineral atau unsur atau keduanya harus bertindak sebagai penerima elektron. Pada tanah tergenang, mikroorganismenya anaerob fakultatif dan obligat menggunakan NO_3^- , Mn^{4+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , CO_2 dan H^+ sebagai penerima elektron dalam respirasinya sehingga mereduksi NO_3^- menjadi N_2 , Mn^{4+} menjadi Mn^{2+} , Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , SO_4^{2-} menjadi S^{2-} , CO_2 menjadi CH_4 dan H^+ menjadi H_2

(Ponnamperuma, 1972; Patrick dan Reddy, 1978 *cit* (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Pada tanah sawah bagian atas bersuasana reduktif (anaerob) karena pelumpuran dan penggenangan secara terus menerus, kemudian berangsur ke suasana oksidatif (aerob) sehingga menjadi lapisan tipis di permukaan tanah. Hal ini dikarenakan gerakan oksigen dalam tanah mengalami kejenuhan sedangkan oksigen yang paling cepat mencapai tanah akan digunakan oleh mikroorganisme. Karena penyediaan oksigen kurang dari permintaan, maka terbentuklah dua lapisan yang berbeda (Notohadiprawiro, 1992).

Tanah masam yang digenangi akan mengalami kenaikan pH hal ini adalah karena reduksi Fe^{3-} menjadi Fe^{2+} ketika terjadi pembebasan OH^- dan konsumsi H^+ . sedangkan turunnya pH tanah alkali disebabkan karena akumulasi CO_2 oleh dekomposisi nahan organik. Perubahan pH ini secara langsung akan mempengaruhi jalannya reaksi yang terjadi pada tanah (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Pada tanah sawah aktivitas bakteri nitrifikasi untuk mengoksidasi NH_4^+ akan terhambat sehingga mineralisasi terhenti sampai dengan NH_4^+ . Karena pada permukaan tanah terdapat lapisan aerobik, maka pada lapisan tersebut terjadilah proses nitrifikasi hingga terbentuk NO_3^- . selanjutnya terjadi difusi NO_3^- ke lapisan reduksi. Kemudian NO_3^- akan menjadi N_2 karena denitrifikasi yang merupakan proses kehilangan N pada tanah sawah. Mineralisasi N organik pada tanah tergenang berhenti sampai bentuk NH_4^+ . oleh karena itu, kecepatan pembebasan NH_4^+ merupakan indeks yang baik bagi kemampuan tanah untuk memenuhi kebutuhan N tanaman padi (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Pada tanah sawah terjadi peningkatan ketersediaan P. proses ini terjadi karena:

1. Terjadi reduksi ferri fosfat menjadi ferro fosfat yang diikuti pelepasan anion fosfat

2. Pelepasan P terjerap karena terjadi reduksi selaput ferri oksida terhidrasi
3. Meningkatnya kelarutan ferri fosfat dan alumunium fosfat karena meningkatnya pH akibat tereduksi
4. Pelarutan fosfat dari ferri fosfat dan alumunium fosfat oleh asam organik
5. Mineralisasi fosfat organik
6. Pelepasan fosfat oleh hydrogen sulfide (Kyuma, 2004).

Perubahan morfologi tanah terjadi pada perbatasan antara lapisan aerob dan anaerob yaitu terbentuknya konkresi Fe-Mn karena potensial redoks meningkat ke arah bawah yang mengendapkan Fe dan Mn yang tereluviasi dari bagian atas yang bersuasana reduktif (potensial redoks rendah). Konkresi Fe-Mn dapat menyatu membentuk lapisan Fe dan Mn yang berkonsistensi keras tapi rapuh (Notohadiprawiro, 1992).

Pada penelitian sebelumnya oleh Masganti, 2000 pemberian jerami sangat nyata menurunkan jumlah hara N dan K yang tersisa pada tanah. Hal ini dapat difahami mengingat jerami dapat menekan kehilangan air secara langsung dari permukaan tanah dan tanaman (Logan *et al.*, 1991 *cit* Masganti, 2000). Penutupan permukaan tanah dengan jerami menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih pesat. Pertumbuhan yang lebih pesat tersebut membutuhkan hara N dan K lebih banyak, sehingga jumlah yang tersisa lebih sedikit. Artinya N dan K tersedia pada penanaman selanjutnya akan menurun (Masganti, 2000).

Pengolahan tanah intensif memerlukan biaya yang tinggi, disamping mempercepat kerusakan sumber daya tanah. Pada umumnya saat dilakukan pengelolaan tanah, lahan dalam keadaan terbuka, tanah dihancurkan oleh alat pengolah sehingga agregat tanah mempunyai kemantapan rendah. Jika pada saat tersebut terjadi hujan, tanah dengan mudah dihancurkan dan terangkut bersama air permukaan. Untuk jangka panjang, pengelolaan tanah terus-menerus mengakibatkan pemadatan pada lapisan tanah bagian bawah lapis olah (Anonim, 1994).

Pengelolaan bahan organik dan pupuk N bukan merupakan faktor yang paling penting, tetapi pengelolaan hara P dan K juga memegang peranan penting dalam meningkatkan produktivitas tanah netral atau alkalin. Pengelolaan hara P dan K pada prinsipnya adalah berbagai usaha yang bertujuan meningkatkan ketersediaan kedua hara tersebut di dalam tanah bagi pertumbuhan tanaman sehingga hasil tanaman optimal. Jerapan hara tanah merupakan indikator penting dalam menduga ketersediaan hara di dalam tanah dalam kaitannya dengan teknik pengelolaan P dan K yang tepat agar penggunaan pupuk efektif dan efisien (Tim Balittanah, 2005).

Kapasitas Tukar Kation dapat berasal dari disosiasi dari ujung kelompok Si-OH. Reaksi tersebut dibantu oleh konsentrasi hidroksil yang tinggi yang meningkat dengan meningkatnya pH. Dengan meningkatnya pH, KTK meningkat karena muatan tergantung pH tersebut (variabel). (hal 187) (Foth, 1984).

Banyaknya faktor yang aktif secara bersamaan, kestabilan agregat jelas bukan sifat mutlak tetapi suatu fungsi kekuatan relatif dari ikatan intra-agregat melawan tekanan akibat mengembang, penggosokan, dan penangkapan udara. Jadi, tugas mempertahankan agregasi menyangkut memperkuat mekanisme ikatan internal dan pada waktu bersamaan mengurangi kekuatan perusak. Tugas selanjutnya menyangkut penghambatan penggenangan mendadak dan pembukaan langsung permukaan agregat dari kekeringan, tumbukan air hujan dan aliran air juga menghindarkan lalu lintas komprehensif dan penghancuran berlebih saat pengolahan (Hillel, 1998).

Bahan organik bukan merupakan bagian penting tanah tetapi mempunyai pengaruh penting pada struktur tanah dan merupakan sumber hara, terutama nitrogen, fosfor dan sulfur. Kandungan bahan organik menurun selama pembudidayaan sampai sekitar satu setengah sampai sepertiga dari keberadaannya pada periode panjang di bawah rerumputan atau pepohonan. Hal tersebut dapat ditingkatkan dengan penerapan sisa

organik atau dengan menempatkan lahan pada perumpunan untuk suatu periode (Wild, 1993).

Kedalaman tanah menyediakan zona perakaran yang cukup serta kemampuan untuk menyimpan air lebih besar serta hara tanaman dibandingkan tanah yang dangkal. Logika mengindikasikan dan percobaan membuktikan bahwa pada keadaan yang sama tanah yang dalam lebih produktif dibandingkan dengan tanah yang lebih dangkal. Perbedaan menjadi semakin besar ketika suatu cekaman mempengaruhi tanaman. Sebagai contoh, tanaman dapat tahan terhadap banjir yang lebih lama ketika mereka tumbuh pada tanah dengan kapasitas air tersedia yang lebih tinggi (Thompson dan Troeh, 1978).

B. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Semua aktivitas manusia di darat berlangsung di dalam suatu wilayah yang disebut Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah topografis berupa punggung bukit yang menerima air hujan dan mengalirkannya ke hilir dan bermuara ke laut. DAS terdisri dari beberapa sub DAS yang merupakan suatu anak sungai yang bermuara ke waduk, dam, danau atau sungai. Sub DAS sering disebut daerah tangkapan air (*catchment area*) (Siswomartono, 2008).

Ekosistem DAS biasanya terbagi oleh daerah hulu, hilir, dan tengah. Daerah hulu dicirikan antara lain sebagai daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar dan pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase. Pada daerah hilir kemiringan lereng lebih kecil, terdapat daerah yang rawan genangan dan pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi. Sedangkan DAS daerah tengah merupakan transisi DAS bagian hulu dan hilir (Asdak, 1995).

Kegiatan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) sudah dilaksanakan pada berbagai belahan bumi lebih dari satu abad. Adanya harapan yang berlebihan dan kurang realistis tentang dampak pengelolaan DAS telah memunculkan kebijakan yang memerlukan investasi besar

seperti 'reboisasi', namun hasilnya masih kurang sebanding dengan biaya yang dikeluarkan. Hingga tingkat curah hujan tertentu fungsi hidrologi DAS adalah berhubungan dengan kemampuan DAS dalam hal: (1) Transmisi air, (2) Penyangga pada puncak kejadian hujan, (3) Pelepasan air secara perlahan, (4) Memelihara kualitas air, (5) Mengurangi perpindahan massa tanah, misalnya melalui longsor, (6) Mengurangi erosi, dan (7) Mempertahankan iklim mikro (Noordwijk *et al*, 2004).

Praktik pemanfaatan lahan seperti sawah, tegal ataupun pemukiman dapat meningkatkan jumlah mineral-mineral dan komponen-komponen (organik dan non organik) lain yang terangkut masuk ke dalam sungai yang pada gilirannya dapat menimbulkan dampak yang significant terhadap keseimbangan ion-ion yang ada dalam suatu DAS (Asdak, 1995).

Fungsi hidrologis DAS sangat dipengaruhi jumlah curah hujan yang diterima, geologi yang mendasari dan bentuk lahan. Fungsi hidrologis yang dimaksud termasuk kapasitas DAS untuk: mengalirkan air, menyangga kejadian puncak hujan, melepas air secara bertahap, memelihara kualitas air, dan mengurangi pembuangan massa (seperti tanah longsor) (Anonim, 2007).

C. Kualitas Tanah

Kualitas tanah adalah kapasitas kemampuan tanah dalam menjalankan fungsinya, dalam keadaan alami maupun dalam ekosistem buatan untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan produktivitas hewan, dalam menyediakan kualitas air dan udara tanah, dan mendukung kesehatan manusia serta habitat. Perubahan kualitas tanah dalam melaksanakan fungsinya dapat disebabkan oleh iklim dan kegiatan pengelolaan tanah (Larson dan Pierce, 1994).

Kualitas tanah yang dinamis akan berpengaruh pada keberlanjutan kesehatan tanah dan produktivitas tanaman. Pengurangan degradasi tanah dan usaha konservasinya melalui 3 aspek tanah yaitu komponen fisika, kimia, dan biologi tanah serta interaksi antara ketiganya. Indikator kualitas

tanah bermacam-macam dapat berdasar lokasi, kelengkapan pengukuran, dan sebagainya. Penggunaan lebih banyak indikator akan lebih dapat mendalami tentang kualitas tanah (Kinyangi, 2008).

Selama ini penetapan kualitas tanah lebih didasarkan atas sifat-sifat kimia dan fisiknya karena prosedurnya relatif lebih sederhana dan telah tersedia metode-metode baku untuk pengukurannya. Sifat-sifat biologi tanah pada umumnya belum banyak ditentukan metode baku dalam pengukurannya, karena relatif sukar untuk diukur dan diperkirakan. Oleh karena itu belum terdapat sifat biologi tanah dalam Minimum Data Set yang dapat dimanfaatkan sebagai penduga kualitas tanah (Pankhurst *et al.*, 1998).

Kualitas tanah merupakan hasil akhir dari proses-proses degradasi dari konservasi tanah. Oleh karena itu, kualitas tanah tidak hanya mencakup produktivitas dan perlindungan lingkungan, namun juga keamanan pangan dan kesehatan manusia dan hewan. Kualitas tanah merefleksikan sifat-sifat inherent suatu tanah dan kemampuan untuk berinteraksi dengan pemberian masukan maupun pengelolaan dari luar. Peningkatan kualitas suatu tanah antara lain ditunjukkan dengan adanya peningkatan infiltrasi, pengudaraan, pori makro, ukuran agregat tanah, stabilitas agregat, kadar bahan organik, serta berkurangnya berat volume, erosi dan berkurangnya hara yang terbawa oleh aliran permukaan (Purwanto, 2002).

Penentuan kualitas tanah merupakan faktor penting dalam keberlanjutan suatu pengelolaan dan penggunaan lahan, khususnya lahan yang padat penduduk seperti pada Pulau Jawa. Penentuan kualitas tanah mempunyai berbagai tujuan salah satunya adalah untuk mengidentifikasi sifat tanah yang sangat penting dengan indikator yang sesuai untuk daerah setempat (Hermiyanto, 2005).

Evaluasi kualitas tanah sangat kompleks sebab penilaiannya harus membedakan antara perbedaan karena sifat inherent yang disebabkan oleh pembentukan karena proses alami dan kualitas tanah yang disebabkan

karena perubahan atau respon terhadap pengaruh praktek pengelolaan ataupun penggunaan lahan. Dengan demikian kualitas tanah dapat dipandang dari dua segi yaitu: *Pertama*, kualitas tanah karena sifat inherent yaitu sifat yang ditakrifkan sebagai kisaran nilai parameter tanah yang mencerminkan potensi ideal atau penuh suatu tanah untuk melakukan fungsinya. Kedua, kualitas tanah dinamis yaitu terbentuk karena tanggapan tanah terhadap penggunaan lahan, praktek pengelolaan serta kebijakan yang diterapkan (Karlen *et al*, 1996 cit Dewi, 2002).

Peranan tanah yang efektif untuk memberikan kontribusi pada fungsi ekosistem termasuk di sini adalah:

1. Mempunyai daya retensi hara dan dapat menyuplai nutrisi
 2. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan mengalami infiltrasi yang lebih banyak daripada run off
 3. Tahan terhadap pengelupasan (erosi) oleh angin maupun hujan
 4. Dapat menyangga dan menyaring dari material yang meracun
- (Baldwin, 2007).

Kualitas tanah mempunyai hubungan erat dengan kesehatan tanah karena tanah yang sehat dapat mendukung kualitas tanah. Kesehatan tanah inilah yang mempunyai pengaruh lebih dekat dengan kehidupan manusia. Tanah yang sehat harus didukung oleh udara dan air yang bersih, tanaman dan hutan yang lebat, produktivitas, diversitas, dan bentang alam. Tanah akan memenuhi itu semua dengan melaksanakan lima fungsi esensial yaitu:

1. Sarana keluar masuknya air, tanah berperan dalam penyerapan air hujan dan proses irigasi. Air dan segala bentuk cairan mengalir di atas maupun di dalam tanah.
2. Mendukung keberlanjutan kehidupan tanaman dan hewan, diversitas dan produktivitas tanaman dan hewan dipengaruhi oleh tanah
3. Menyaring polutan potensial, mineral dan mikroorganisme tanah akan membantu menonaktifkan bahan pencemar

4. Siklus nutrien, semua unsur dapat mengalami siklus dan transformasi yang sempurna dalam tanah
5. Mempertahankan struktur tanah, mempertahankan stabilitas agragat dan melindungi habitat manusia (Anonim, 2007).

Tanah mempunyai kualitas tanah dinamis maupun inherent. Kualitas tanah inherent adalah kemampuan tanah secara alami untuk menjalankan fungsinya. Sebagai contoh, tanah pasir mempunyai drainase lebih tinggi daripada tanah lempung. Tanah yang dalam mempunyai lingkungan perakaran lebih luas daripada tanah dangkal. Karakteristik seperti inilah yang tidak mudah dirubah. Sedangkan kualitas tanah dinamis adalah perubahan yang terjadi pada tanah tergantung bagaimana melakukan pengelolaan tanah untuk meningkatkan kemampuan tanah. Respon pada pengelolaan untuk tiap tanah berbeda tergantung pada sifat inherent yang dimiliki tanah dan bentang alam sekitarnya (Anonim, 2007).

Indikator dalam penentuan kualitas tanah harus mempunyai kriteria sebagai berikut:

1. Dapat terjadi korelasi antara indikator dengan proses yang terjadi pada ekosistem
2. Integrasi antara fisika, kimia, dan biologi tanah mendukung pelaksanaan proses-proses yang terjadi di dalam tanah.
3. Dapat diakses oleh semua pengguna dengan berbagai kebutuhan
4. Peka terhadap pengelolaan dan iklim
5. Menjadi komponen yang bersifat sebagai keterangan dasar kondisi tanah (Doran dan Parkin, 1996).

Masalah Kualitas tanah disebabkan oleh praktek produksi pertanian untuk meningkatkan pendapatan dan sekarang ini kualitas tanah sangat erat kaitannya dengan masalah sosial. Hal ini berkaitan dengan politik pertanian yang menjadi isu internasional. Masalah lain menyangkut kualitas tanah yang mempengaruhi lingkungan yaitu cemaran oleh polutan (Committee On Long Range Soil and Water Conservation Policy, 1993).

Evaluasi terhadap mutu tanah identik dengan *Chekcup* kesehatan manusia oleh seorang dokter, yakni dengan mengetahui indikator tertentu atau mengukur sejumlah parameter kunci sebagai bahan diagnosis, untuk menyimpulkan bagaimana kesehatan manusia yang bersangkutan. Indikator-indikator kualitas tanah tersebut adalah: indikator fisik meliputi berat isi (BV), kedalaman perakaran, laju infiltrasi air, kapasitas memegang air, stabilitas agregat; indikator kimia meliputi pH, DHL, KTK, BO, N yang dapat dimineralisasi, K tertukar, Ca tertukar; indikator biologi meliputi C biomass mikribia, N biomass mikrobia, cacing tanah, penekanan terhadap penyakit (Mitchell *et al.*, 2000).

Untuk menentukan apakah suatu indikator kualitas tanah dapat diterima atau tidak, dilakukan dengan pendekatan skoring. Masing-masing parameter diskor berdasar atas pengetahuan dan pengalaman pengguna. Jumlah dari skor masing-masing parameter merupakan gambaran singkat penerimaan yang kemudian dibandingkan dengan indikator lain (Purwanto, 2002).

Kualitas tanah di tentukan dengan cara mengumpulkan data-data indikator yang telah terpilih atau *Minimum Data Set* (MDS). Setelah data-data indikator terkumpul maka informasi tersebut kemudian dipadukan untuk menentukan indeks kualitas tanah. Indeks kualitas tanah ini dapat digunakan untuk memantau dan menaksir dampak sistem pertanian dan praktek-praktek pengelolaan terhadap kualitas tanah secara kuantitatif adalah dengan mengukur atau menganalisis indikator-indikator yang digunakan (Seybold *et al.*, 1996).

Penilaian kualitas tanah dapat melalui penggunaan sifat tanah kunci atau indikator yang menggambarkan proses penting tanah. Selain itu, penilaiannya juga dapat dilakukan dengan mengukur suatu perubahan fungsi tanah sebagai tanggapan atas pengelolaan, dalam konteks peruntukan tanah, sifat-sifat bawaan, dan pengaruh lingkungan misalnya hujan dan suhu (Andrews, S. S., *et al.* 2004; Ditzler and Tugel, 2002).

Pada pengukuran kualitas tanah terdapat faktor inherent dan faktor dinamis yang saling berkaitan. Faktor inherent merupakan sifat alami dari tanah tersebut, sedangkan faktor dinamis menyangkut sesuatu yang terus berubah karena pengelolaan tanah seiring dengan perubahan habitat. Keterkaitan antara kedua faktor tersebut adalah bagaimana sifat-sifat yang dimiliki tanah tersebut dengan perlakuan tertentu yang diterapkan pada tanah dapat menyokong keberlanjutan habitat yang ada di atasnya (Dewi, 2002).

D. Kawasan Industri

Kawasan industri adalah daerah yang ditetapkan pemerintah sebagai daerah yang mengalami pengembangan dalam kegiatan industri. Daerah industri yang terdapat di Kabupaten Karanganyar adalah Kecamatan Jaten, Kecamatan Kebakkramat, Kecamatan Tasikmadu, dan Kecamatan Gondangrejo (RTRW Karanganyar, 2005).

Kawasan industri merupakan daerah yang sebagian besar dari kawasannya digunakan untuk pengembangan industri. Hal ini dapat untuk beberapa pertimbangan antara lain letak strategis, kemudahan mendapatkan sarana dan prasarana serta kepemilikan atas tanah tersebut (Anonim, 2007).

Setiap industri pada kawasan industri diperuntukkan untuk membuat pengelolaan limbah, khususnya pabrik yang diluar kawasan industri eksisting (seperti pabrik kelapa sawit dan karet). Arah yang telah ditetapkan dalam rencana kawasan perindustrian harus memiliki AMDAL bagi industri besar serta kawasan industri harus jauh dari permukiman, pertanian dan pariwisata sehingga tidak mengganggu aktivitas kegiatan tersebut. Sedangkan untuk zona industri adalah daerah yang digunakan untuk industri tetapi berada di luar kawasan industri dan biasanya diperuntukkan bagi industri kecil hingga menengah (Pemerintah Kabupaten Serdang, 2008).

Kerangka pengelolaan lingkungan hidup dan sosial membahas kebijakan umum dan panduan dalam mendukung kegiatan AMDAL yang

mengatur sasaran menurut Peraturan Pemerintah No.150 th 2000 sebagai berikut:

1. Menjaga kesehatan manusia
2. Mencegah atau memberikan kompensasi kerugian atas kehilangan mata pencaharian
3. Menjaga kerusakan Lingkungan Hidup yang diakibatkan oleh pembangunan secara individu atau bersama-sama
4. Mendorong tercapainya dampak positif bagi Lingkungan Hidup
5. Menghindari atau meminimalkan dampak sosial, ekonomi dan Lingkungan Hidup yang tidak diinginkan (Pemerintah RI, 2000).

E. Logam Berat Jenis Chromium

Kromium merupakan elemen berbahaya di permukaan bumi dan biasa dijumpai dalam bentuk oksida antara Cr(II) hingga Cr(VI) tetapi hanya kromium bervalensi 3 dan 6 yang memiliki kesamaan sifat biologis. Kromium bervalensi 3 paling sering dijumpai di alam. Dalam material biologis Cr selalu bervalensi 3, karena Cr valensi 6 merupakan salah satu material organik pengoksidasi tinggi. Cr valensi 3 mempunyai toksisitas lebih rendah daripada valensi 6. Cr berasal dari bahan makanan dan air (Anonim, 2008).

Cr merupakan logam berat transisi yang mempunyai nomor atom 24 dan massa atom 51,9961 g/mol. Akumulasi Cr sangat dipengaruhi oleh fraksi lempung tanah. Pencemaran Cr dapat berasal dari limbah industri tekstil, cat, penyamakan kulit, dan industri pelapisan logam. Pada manusia, keracunan logam Cr dapat menyebabkan penyakit kanker dan gagal ginjal. Sedangkan pada tanaman Cr akan mempengaruhi proses yang terjadi saat masa generatif (Baroto dan Siradz, 2006).

Akumulasi Cr mengakibatkan gangguan fisiologis tanaman karena aktivitas enzim terganggu dan selanjutnya tanaman akan mengalami defisiensi nutrient akibat terhambatnya penyerapan nutrien oleh tanaman (Lepp, 1981).

Pada tanah tergenang, Cr(VI) akan tereduksi menjadi Cr(III). Pada proses dekomposisi, Cr tidak bisa terurai karena merupakan unsur logam berat. Cr yang berada dalam keadaan bebas dapat ikut terserap oleh mikroorganisme yang pada akhirnya dapat menonaktifkan mikroorganisme kecuali mikroorganisme yang toleran. Kondisi biologi yang terganggu dapat menurunkan kualitas tanah. Pada kondisi fisik tanah, Cr(III) bebas yang masuk bersama limbah dapat mengisi pori makro dan mikro sehingga mendorong keluarnya udara dan air. Pori tanah menjadi penuh oleh Cr sehingga porositas berkurang dan tanah menjadi padat yang mengakibatkan tanah sulit diolah dan menghambat penetrasi akar. Sifat Cr yang tidak dapat terdekomposisi mengakibatkan terganggunya proses oksidasi pada tanah sawah karena pengurangan oksigen oleh Cr sehingga proses oksidasi NH_4 menjadi NO_3 dapat terganggu karena mineralisasi n hanya sampai NH_4 yang bila tersedia dalam jumlah tinggi akan meracuni tanaman (Waluyaningsih, 2005; Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Industri DAS Bengawan Solo Karanganyar, antara lain daerah Jaten, Kebakkramat dan Tasikmadu. Sedangkan untuk analisis kualitas tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2007 hingga April 2008.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat:
 - a. Seperangkat peralatan Sistem Informasi Geografis
 - b. Geografi Positioning Sistem (GPS)
 - c. Seperangkat alat survey: bor tanah, Munsell Soil Color Chart (MSCC), pH stick, meteran, belati, plastik, spidol, dan lain-lain.
 - d. Peralatan untuk analisis laboratorium mengenai kualitas tanah seperti pH meter, timbangan, tabung reaksi, pipet, dan lain-lain.
2. Bahan:
 - a. Bahan-bahan analisa geografis citra satelit, peta rupa bumi, peta geografis
 - b. Sampel tanah
 - c. Kemikalia untuk analisis laboratorium

C. Perancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif eksploratif melalui survey lapang, sedangkan untuk mengetahui nilai kualitas tanah di kawasan industri DAS Bengawan Solo Kabupaten Karanganyar dilakukan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan sistem grid, dimana titik sampel ditentukan secara sengaja (*purposing sampling*) untuk penentuan SPT. Masing-masing SPT diambil tiap-tiap pedon perwakilan.

D. Tata Laksana Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

1. Pra survey
 - a. Studi pustaka,
 - b. Survey pendahuluan untuk melakukan pengecekan kondisi di lapang yang sesungguhnya, serta membandingkannya dengan peta rupabumi,
 - c. Pembuatan peta kerja, yaitu dengan mendigitasi peta rupabumi menjadi peta tematik yaitu peta penggunaan lahan,
 - d. Penentuan titik pengambilan sampel pada penggunaan lahan sawah untuk pembuatan SPT dengan metode *grid* dengan ukuran 1000x500 m. Titik sampel diambil pada perpotongan grid dengan spesifik lokasi tanah sawah.
 - e. Persiapan kemikalia dan alat-alat untuk analisis lapang.
2. Survey dan Pengambilan Sampel
 - a. Melakukan pengambilan sampel tanah dengan cara pengeboran setiap 500x1000 m,
 - b. Mencatat setiap atribut tanah seperti kedalaman jeluk, warna, tekstur dan pH tanah,
 - c. Membuat peta SPT dengan bantuan *software* ArcView 3.3,
 - d. Menentukan titik lokasi pedon perwakilan, untuk tujuan klasifikasi tanah, penamaan dan pengambilan sampel,
 - e. Pembuatan pedon pada masing-masing titik yang telah ditetapkan,
 - f. Melakukan pengambilan sampel dan analisis yang dibutuhkan untuk mengetahui Indikator Fungsi Penilaian Kualitas Tanah di titik yang telah ditentukan, dan mengklasifikasikan dan memberikan penamaan dengan mengacu pada *Soil Taxonomy* dari Soil Survey Staff (1998),
 - g. Pada penentuan SPT dalam penelitian ini didahului dengan pengambilan sampel awal untuk 4 kecamatan pada zona industri yaitu Kecamatan Jaten, Kecamatan Kebakkramat, Kecamatan Tasikmadu, dan Kecamatan Gondangrejo diperoleh 140 titik sampel kemudian

dilakukan reduksi pada titik non sawah yang kemudian ditentukan sebanyak 134 titik sampel. Dalam menentukan SPT dipertimbangkan 3 variabel yaitu warna tanah, kelas tekstur, dan pH tanah yang semuanya diperoleh dari analisis lapang sehingga diperoleh 7 SPT. Peneliti mengambil spesifik lokasi sawah irigasi teknis sehingga diperoleh 4 SPT perlakuan dan 2 SPT kontrol sebagai pembanding yang meliputi kawasan Kecamatan Jaten, Kebakkramat, dan Tasikmadu.

3. Analisis Laboratorium

- a. Mengeringangkan tanah,
- b. Melaksanakan analisis indikator fungsi tanah, yaitu;
 - o Kemantapan agregat: mengetahui bagaimana tingkat agregasi tanah untuk mendukung penetrasi akar dan efisiensi pengolahan tanah, retensi dan mobilitas hara dan air. Stabilitas agregat juga mempengaruhi proses pembentukan struktur tanah, ketahanan terhadap erosi, dan pertumbuhan tanaman.
 - o Berat volume: sebagai pendekatan untuk penentuan porositas dan kemampuan penetrasi akar, retensi dan mobilitas hara dan air serta aktivitas biologi.
 - o Kapasitas Tukar kation: Penentu keseimbangan unsur-unsur dalam tanah.
 - o Porositas: pendekatan untuk mengetahui keseimbangan pori tanah, infiltrasi dan permeabilitas tanah.
 - o C-organik: mengetahui tingkat ketersediaan unsur karbon organik dalam tanah dan pendekatan dalam mengetahui aktivitas mikroorganisme. C organik akan mempengaruhi daur hara, efek terhadap residu dan pestisida.
 - o Pesentase debu dan lempung: pendekatan pada penentuan tekstur tanah (pada analisis tanah awal).
 - o pH: mengetahui tingkat kemasaman tanah dalam hubungannya dengan kondisi tanah serta reaksi tanah yang terjadi yang dapat

mempengaruhi produktivitas tanaman. Proses yang dipengaruhi antara lain ketersediaan hara, absorpsi, dan mobilitas pestisida.

- Partikel organik: mengetahui kuantitas partikel organik (misal = jerami) tanah yang dapat menyediakan karbon organik tanah. Partikel organik dapat dikatakan sebagai fraksi fisik potensial C organik.
- N tersedia: mengetahui kadar N yang tersedia dalam tanah mengingat sifat N yang sangat mobil juga dapat sebagai pendekatan penentuan potensi pencemaran nitrat.
- P tersedia: untuk mengetahui pospat yang tersedia dalam tanah pada keadaan yang dapat diserap oleh tanaman dan tidak terikat Al.
- K tersedia: mengetahui tingkat kesuburan dan produktivitas tanaman (Baldwin, 2007).
- Logam Berat jenis Cr: Untuk menegaskan bahwa lokasi penelitian adalah kawasan industri perlu diketahui sejauh mana cemaran logam berat oleh industri yang dapat mempengaruhi kualitas tanah. Batas racun konsentrasi Cr dalam tanah adalah 5-10 mg/kg, hal ini tergantung dari jenis tanah dan sifat tanah. Toksisitas Cr tergantung dari pH, media dan keadaan ion logam bebas atau terikat dengan kation nutrient dan logam berat dalam media (Srivasta dan Gupta, 1996).

Tabel 3.1. Tabel Variabel Pengamatan

No.	Peubah	Metode	Keterangan	Satuan
1.	pH tanah (pH H ₂ O)	Potensiometrik	Kimia	-
2.	Kandungan N tersedia	Destilasi Kjeldahl	Kimia	ppm
3.	Kandungan P tersedia	Bray I	Kimia	ppm
4.	K tersedia	Ekstrak HCl 25%	Kimia	mg/100g
5.	Kapasitas Tukar Kation	Pencucian (NH ₄ Oac)	Kimia	me/gr
6.	Bobot volume tanah	Bongkah alami	Fisika	gr/cm ³
7.	Cr	Pengabuan Basah	Kimia	ppm
8.	Partikel Organik	Wander	Kimia	%
9.	Porositas	Pendekatan BV dan BJ	Fisika	%
10.	C-organik	Walkley-Black	Kimia	%
11.	Kemantapan agregat	Tetes Air:Alkohol	Fisika	% air perusak ped

Sumber: Balittanah, 2005 dan Wander *et al*, 2002.

c. Melakukan Analisis Data

Menghitung indeks kualitas tanah dengan cara pengharkatan pada setiap peubah yang kemudian menggunakan indeks penambahan pada setiap pengharkatan peubah pada setiap Satuan Peta Tanah melalui metode skoring Wander (Wander *et al*, 2002). Hasil yang diperoleh pada tiap variabel akan dikonversi ke dalam bentuk skor. Skor tiap variabel dijumlahkan menjadi skor total SPT (pada Lampiran 6 hingga 11).

d. Penentuan Indeks Kualitas Tanah

Kualitas tanah ditentukan dengan cara mengumpulkan data-data indikator yang telah terpilih atau Minimum Data Set (MDS) kemudian digunakan untuk menghitung indeks kualitas tanah.

Tabel 3.2. Tabel Indikator dan Batas Penilaian Kualitas Tanah

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor
Peranan Tanah Sebagai Pemasok Nutrisi	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> , 2002)	ppm	30 – 90	1
			10 - 30 atau 90 – 120	0,75
			5 - 10 atau 120 – 150	0,5
			<5 atau >150	0,1
	P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah, 2005)	ppm	>15	1
			11-15	0,75
8-11			0,5	
5-8			0,25	
		<5	0,1	
K ₂ O (Balai Penelitian Tanah, 2005)	mg/100g	>60	1	
		40- 60	0,75	
		20- 40	0,5	
		5 – 20	0,25	
		<5	0,1	
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1	0,1	
		1-2	0,25	
		2-3	0,5	
		3-5	0,75	
		>5	1	
pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6-7	1	
		5 - 6 atau 7 – 8	0,75	
		4-5 atau 8 – 9	0,5	
		<4 atau >9	0,1	
KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40	1	
		25-40	0,75	
		10-25	0,5	
		<10	0,1	

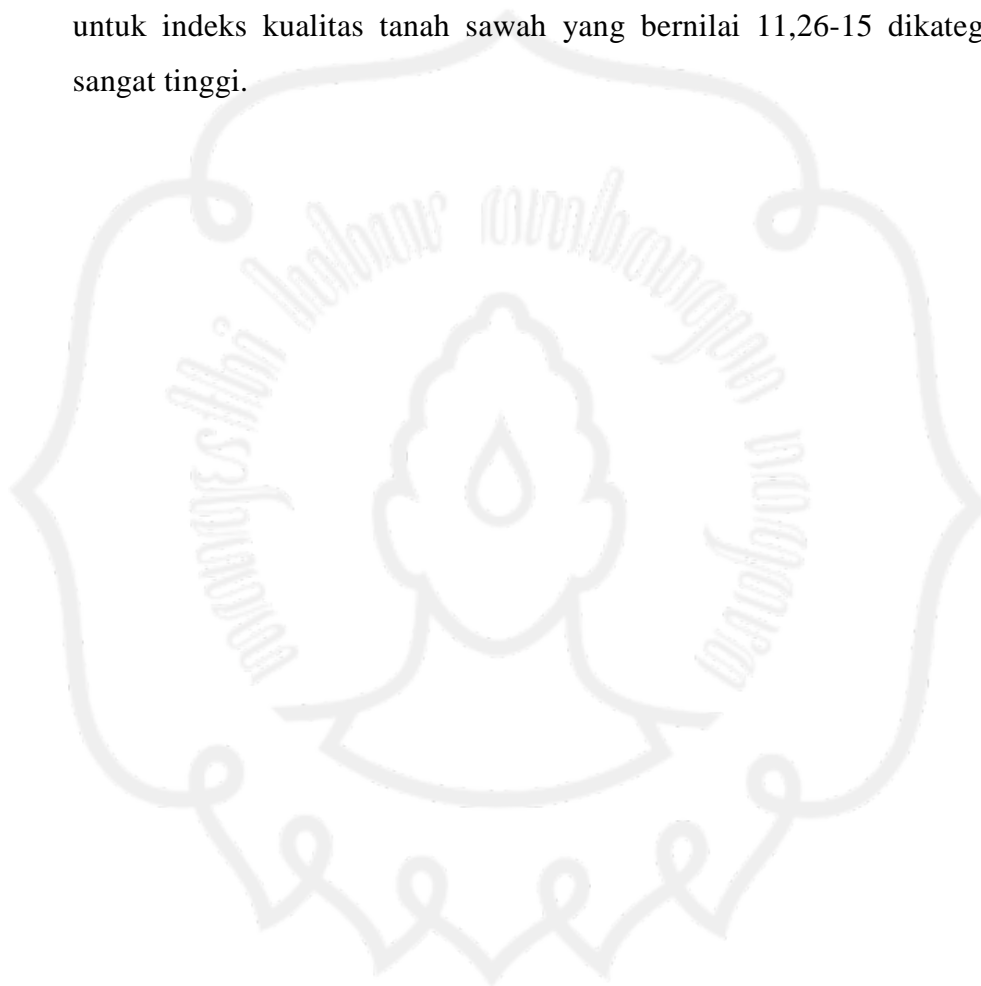
Tabel 3.2. Tabel Indikator dan Batas Penilaian Kualitas Tanah (lanjutan)

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor
Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60	1
			30 - 40 atau	0,75
			60 – 70	0,5
			15 - 30 atau	0,1
			70 – 80	
Kemantapan Agregat (Poerwowidodo, 1992)	%	90-100	1	
		50 – 80	0,5	
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	0 – 40	0,1	
		<1	0,1	
		1 – 2	0,25	
		2 – 3	0,5	
Cr Total (Srivasta dan Gupta, 1996)	ppm	3 – 5	0,75	
		>5	1	
		< 5	1	
		5-10	0,5	
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	g/cm ³	>10	0,1
			<1,2	1
			1,2 - 1,35	0,75
			1,36 - 1,5	0,5
	POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	>1,5	0,1
			>20	1
			15 – 20	0,75
			10 – 15	0,5
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<10	0,1
			<1	0,1
			1 -2	0,25
			2 – 3	0,5
pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	3 – 5	0,75	
		>5	1	
		6 – 7	1	
		5 - 6 atau	0,75	
		7 – 8	0,5	
		4 - 5 atau	0,5	
		8 – 9	0,1	
		<4 atau >9	0,1	

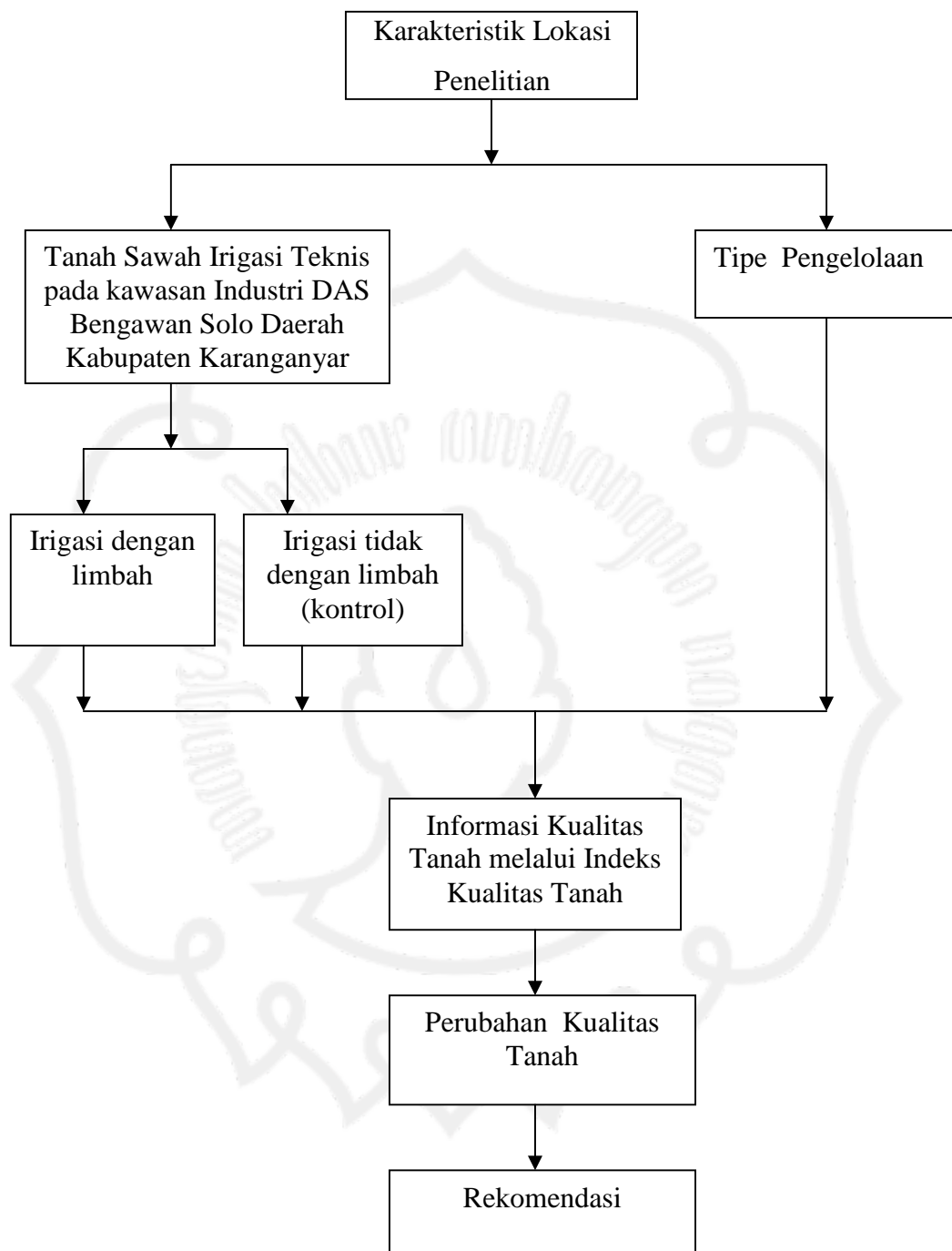
Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian terhadap kondisi tanah di Indonesia yang diwakili oleh Balai Penelitian tanah (2005) dan Srivasta

dan Gupta (1996).

Penghitungan indeks kualitas tanah dilakukan dengan menjumlahkan skor indikator kualitas tanah. Untuk indeks kualitas tanah sawah yang bernilai $< 3,75$ dikategorikan rendah, untuk indeks kualitas tanah sawah yang bernilai $3,76-7,5$ dikategorikan sedang, untuk indeks kualitas tanah sawah yang bernilai $7,6-11,25$ dikategorikan tinggi, dan untuk indeks kualitas tanah sawah yang bernilai $11,26-15$ dikategorikan sangat tinggi.



E. Kerangka Berpikir



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis Indikator Kualitas Tanah Pada Tiap Satuan Peta Tanah

1. Karakteristik Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian meliputi tanah sawah irigasi teknis di Kecamatan Jaten, Tasikmadu, dan Kebakkramat terletak antara $7^{\circ}29'30''$ LS - $7^{\circ}37'30''$ LS dan $110^{\circ}51'40''$ BT – $110^{\circ}58'48''$ BT. Lokasi penelitian secara administratif dibatasi oleh sebelah utara Kabupaten Sragen, sebelah timur Kecamatan Karanganyar, sebelah selatan Kabupaten Sukoharjo, dan sebelah barat Kotamadya Surakarta. Luas daerah penelitian adalah 11.527 Ha.

Dalam menentukan indeks kualitas tanah pada suatu wilayah didasarkan pada Satuan Peta Tanah (SPT) yaitu:

1. SPT 1 mencakup seluruh Kecamatan Jaten, Kecamatan Tasikmadu dan seluruh Kecamatan Kebakkramat kecuali Desa Waru. Karena luasan SPT 1 dianggap sangat luas maka SPT 1 dibagi berdasarkan ketinggian tempat yaitu SPT 1 pada ketinggian 0 mdpl- 100 mdpl, SPT 1 pada ketinggian 100 mdpl - 150 mdpl, dan SPT 1 pada ketinggian tempat lebih dari 150 mdpl.
2. SPT 2 mencakup Desa Dayu Kecamatan Kebakkramat.
3. Sebagai kontrol di dalam lokasi penelitian yaitu diambil pada tempat yang jaraknya yang jauh dari lokasi industri dan tidak ada aliran limbah ke lokasi kontrol. Kontrol di dalam daerah penelitian diambil pada tanah sawah daerah Desa Jati dan Suruhkalang Kecamatan Jaten. Sedangkan untuk kontrol pada luar lokasi penelitian adalah diambil pada Desa Joho, Mojolaban, Sukoharjo.

Kegiatan industri pada lokasi penelitian dipusatkan pada Kecamatan Jaten yaitu wilayah Desa Ngringo, Desa Brujul, Desa Jaten, Desa Jetis, Desa Sroyo dan Desa Dagen. Sedangkan di Kecamatan Kebakkramat meliputi Desa Kaliwuluh dan Desa Macanan (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar, 2006).

Lokasi penelitian mempunyai jenis tanah Inceptisol (Peta Ordo Tanah 2000). Inceptisols adalah tanah muda yang belum banyak berkembang yang dapat dilihat melalui horisonnya yang belum memperlihatkan hancuran ekstrem. Horison timbunan besi alumunium oksida jelas tidak ada pada jenis tanah ini (Munir, 1995) sehingga bila digunakan sebagai lahan sawah dapat mengurangi keracunan Fe pada tanah. Inceptisols di Indonesia banyak yang digunakan untuk sawah dan biasanya mempunyai bahan induk abu vulkan dan terbentuk mineral liat alofan yang membentuk kompleks dengan humus. Sisi positif Inceptisols digunakan untuk sawah karena jenis tanah ini mempunyai kapasitas memegang air yang tinggi sehingga dapat mempertahankan ketersediaan air. Inceptisols juga mempunyai penyebaran liat ke dalam tanah yang cukup tinggi. Jenis tanah tidak begitu banyak mempengaruhi kualitas tanah tetapi lebih dipengaruhi oleh tipe pengelolaan.

Tipe pengelolaan banyak berpengaruh pada kualitas tanah. Dari hasil wawancara dan survey lapang, diperoleh data mengenai perlakuan yang diterapkan oleh petani setempat. Hasil pengamatan disajikan dalam tabel 4.1.1. berikut:



Irigasi yang diberikan secara terus-menerus tidak baik untuk tanah sawah. Selain tidak hemat air, tanah yang digenangi terus-menerus tidak bisa menjalankan fungsi dan proses di dalamnya dengan lancar. Pemberian air secara terus-menerus dilakukan petani karena ketakutan bahwa padi mereka akan mati bila kekurangan air. Tanaman padi memang membutuhkan banyak air tetapi harus diberikan secara berkala. Air irigasi mengandung bahan tersuspensi yang dalam batas-batas tertentu bahan tersebut bermanfaat untuk tanaman tetapi bila melampaui batas akan meracuni tanaman dan terakumulasi dalam tanah yang secara tidak langsung akan menghambat pertumbuhan tanaman dengan jalan merubah stuktur tanah, aerasi, dan permeabilitas (Suyana *et al*, 1999).

Air irigasi yang diberikan terus-menerus menyebabkan kandungan garam tinggi. Kandungan garam secara fisis dapat menghambat pengambilan air oleh tanaman (Suyana *et al*, 1999). Air irigasi disamping mengandung unsur hara N, P, dan K juga mengandung kation Ca^{++} , Mg^{++} , dan Na^{+} yang berpengaruh terhadap osmose. Dibalik dampak negatif tersebut, pemberian air secara terus-menerus secara nyata dapat menekan pertumbuhan rumput yang mengganggu pertumbuhan tanaman padi. Kemungkinan lahan sawah terkena cemaran limbah saat irigasi adalah pada musim kemarau. Pada musim kemarau petani mengairi sawah dengan pompa yang bersumber dari selokan tempat dialirkannya limbah.

Pemberian pupuk kandang yang dilakukan pada awal tanam adalah pupuk kandang buatan para petani sendiri. Pupuk kandang selain dapat menambah pasokan hara juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan memudahkan dalam proses pengolahan tanah. Tetapi banyak juga petani yang tidak menambahkan pupuk kandang karena tidak ada tenaga yang membuat pupuk kandang. Sebagai gantinya ditambahkan pupuk NASA yang dianggap mengandung bahan organik.

Petani menambahkan jerami apabila terdapat sisa setelah diberikan untuk makanan ternak. Peran jerami sama dengan peran pupuk kandang yaitu sebagai sumber bahan organik tanah. Bahan organik mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air yang nantinya dapat tersedia bagi tanaman. Bahan organik tanah juga dapat menjadi agen pembantu sementasi partikel tanah dalam pembentukan agregat tanah pada tanah-tanah berpasir dan agen penyedia butiran pada tanah berlempung (Purnanto, 2007). Hal tersebut akan berakibat pada perbaikan sifat fisik tanah seperti memperbaiki konsistensi tanah, kerapatan lindak dan kerapatan partikel, porositas tanah dan sebagainya. Dengan kemampuannya menyerap air yang tinggi, bahan organik juga berperan terhadap ketersediaan air (Baldwin, 2007). Hal tersebut pada akhirnya juga akan berpengaruh pada sifat-sifat tanah lainnya baik sifat biologi dan kimia. Bahan organik tanah juga sangat berperan terhadap sifat kimia tanah, baik sebagai penyedia hara-hara penting, agen khelasi, penyedia karbon bagi mikroorganisme, dan lain sebagainya. Namun, jerami yang diberikan umumnya belum terdekomposisi sempurna. Akibatnya, C/N ratio pada jerami masih tinggi. C/N ratio yang tinggi tidak dapat optimal diserap oleh tanaman karena terjadi perebutan dengan mikrobial (Barber, 1995).

Unsur Nitrogen pada tanaman padi berperan banyak dalam mendukung pertumbuhannya. Peran N antara lain sebagai komponen dalam klorofil yang dapat memberi warna hijau tua daun, mempercepat pertumbuhan, peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, dan kandungan protein dalam biji (Suriadikarta, 2001). Bila kekurangan N akan menyebabkan warna daun menjadi kekuningan, pertumbuhan terhambat, dan mati. Pupuk N yang biasa diberikan pada padi adalah urea karena mengandung unsur N paling tinggi yaitu 46%. Sedangkan pada penelitian sebelumnya oleh Kamsurya *et al*, 2001 bahwa efisiensi pemupukan N berkisar 29-49% karena sifat N yang mobil. Sedangkan yang diserap tanaman hanya 22-65%. Petani memberikan pupuk

nitrogen melebihi dari rekomendasi pihak pemerintah kecamatan yaitu 150 kg/ha. Ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah disebabkan karena pola pemupukan yang tidak berimbang sehingga menguras unsur hara lain dalam tanah (Hermiyanto, 2005). Pupuk lain yang diberikan adalah pupuk Phonska yang mengandung unsur N, P, K dan S.

Pemberian pupuk KCl dan SP-36 yang melebihi rekomendasi (Lampiran 1) juga dapat berakibat negatif pada tanah. Pemupukan KCl dan SP-36 yang berlebihan dapat menjadi salah satu penyebab ketersediaan unsur P dan K yang terlalu tinggi. Unsur P dan K tersedia yang sangat tinggi tidak akan diserap semuanya oleh tanaman dan tidak kan digunakan seluruhnya oleh tanah dalam menjalankan proses, tetapi akan tertinggal untuk musim tanam berikutnya (Masganti, 2000). Perebutan masuknya hara pada akar tanaman dapat terjadi jika terdapat ketidakseimbangan kuantitas unsur hara.

Pola penanaman pada lokasi penelitian yang tidak pernah diselang atau diberokan karena petani setempat mengharapkan produksi beras yang maksimal. Oleh sebab itulah spesies hama yang sama selalu menyerang tiap musim tanam. Sisa unsur hara karena penambahan pupuk pada penanaman sebelumnya masih ada karena lahan tidak pernah diberokan. Untuk lahan yang diberokan dilakukan petani karena tidak ada biaya untuk masa tanam berikutnya. Sistem tanam yang monokultur akan menyebabkan pengurasan hara dalam tanah yang lama-kelamaan akan mengurangi tingkat kesuburan tanah.

Pengolahan tanah dengan cangkul masih dilakukan karena petani tidak terlalu kesulitan untuk mengolah tanah. Pengolahan dengan cangkul akan lebih baik untuk kondisi fisik tanah karena tidak terjadi pemampatan struktur tanah oleh mesin pertanian. Sedangkan penggunaan bajak dapat membantu beban kerja petani sehingga masa pengolahan tanah hanya memakan sedikit waktu sehingga dapat segera ditanami.

Perilaku petani terhadap pengelolaan tanah tentu mempengaruhi kondisi tanah sawah. Sejalan dengan yang telah dinyatakan Karlen dan Mausbach, 2001 bahwa pola pengelolaan akan mempengaruhi kondisi tanah yang berlanjut pada pengaruh terhadap kualitas tanah.

2. Informasi Kualitas Tanah dan Perubahan Kualitas Tanah

Informasi mengenai kualitas tanah suatu lokasi dapat diketahui melalui penentuan Indeks Kualitas Tanah (IKT) yang menggambarkan tingkat kualitas tanah dengan pendekatan skoring dan pengharkatan pada variabel yang ditentukan dalam Minimum Data Set (MDS). Berdasarkan hasil analisis indikator kualitas tanah diperoleh data yang disajikan pada tabel 4.2.1 berikut ini:



Pada penelitian ini variabel yang paling berpengaruh terhadap kualitas tanah yaitu Cr total, pH, serta stabilitas agregat dengan pengaruh kuat (melalui uji stepwise regression $R-sq > 50$). Variabel yang paling berpengaruh untuk semua SPT sama karena pada jenis penggunaan lahan yang sama yaitu sawah serta tiap SPT dibandingkan dengan kontrol yang sama. Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji stepwise regression (Lampiran 3).

Kandungan Cr tanah pada lokasi penelitian berasal dari buangan limbah yang terbawa melalui irigasi. Pada tanah tergenang Cr(VI) kemudian mengalami reduksi sehingga menjadi Cr(III) (Srivasta dan Gupta, 1996). Reduksi ini dapat menurunkan toksisitas logam Cr. Reduksi Cr dipengaruhi oleh khelasi yang terjadi antara logam dengan bahan organik. Khelasi yang terjadi adalah khelasi adsorpsi oleh mineral liat atau koloid organik. Cr merupakan kation yang setelah terkhelat akan menjadi anion. Anion ini akan ditolak oleh koloid bermuatan negatif sehingga logam akan tetap mobil sebagai khelat terlarut. Khelat yang terjadi antara Cr dengan koloid organik pada mulanya terjadi karena perombakan bahan organik oleh mikroorganisme yang kemudian menghasilkan gugus fungsional seperti gugus karboksil. Gugus karboksil membentuk kompleks khelat yang kuat dengan ion logam Cr sehingga menyebabkan kelarutan Cr dalam air berkurang (Shigh dan Steiness, 1997 *cit* Waluyaningsih, 2005). Pada lokasi penelitian, kandungan Cr yang tersedia dalam tanah berada antara antara 0.2-1.84 ppm yang berarti tidak melebihi batas meracun yaitu 5-10 ppm (Srivasta dan Gupta, 1996). Cr dari limbah yang masuk ke lahan akan terikat kuat pada tempat pertukaran lempung dan bahan organik aluvial. Oleh sebab itu, tekstur tanah berpengaruh pada ketersediaan Cr. Ikatan Cr pada partikel liat lebih kuat daripada partikel pasir (Pancarwati, 2004). Tanah Inceptisol mempunyai kandungan liat relatif karena terjadi penyebaran liat yang tidak terukur ke dalam tanah (Munir, 1996). Logam berat pada tanah dapat menghambat proses penyerapan hara pada tanaman. Logam

berta bersama unsur hara yang dibutuhkan tanaman akan berdesakan masuk melalui akar. Hal ini dapat menunjukkan bahwa Cr total mempunyai pengaruh negatif terhadap kualitas tanah.

Variabel selanjutnya adalah pH yang merupakan kunci dari semua proses yang terjadi dalam tanah. Pada tanah sawah umumnya mempunyai pH netral karena setelah proses penggenangan tanah akan menuju ke arah netral. Pada lokasi penelitian kisaran pH antara 6-7. pH netral mempunyai pengaruh positif terhadap kualitas tanah. Pada tanah masam naiknya pH disebabkan oleh reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Sedangkan pada tanah alkalis, turunnya pH disebabkan oleh akumulasi CO_2 . Pada pH netral akan mempengaruhi konsentrasi unsur hara sehingga terjadi keseimbangan kimia yang dapat mengurangi toksisitas unsur. Unsur hara akan mudah mengalami pertukaran pada keadaan terlarut sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur bagi tanaman. Pada pH netral juga terjadi penguapan NH_3 sehingga N tersedia yang tinggi tidak akan meracun. Pada pH netral pula mikroorganisme dapat menonaktifkan bahan beracun (logam berat dan pestisida) dan melepaskan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Pada pH 6-7 seperti pada lokasi penelitian aktivitas mikroorganisme meningkat, karena sebagian mikroorganisme (anaerob) pada tanah tergenang dapat tumbuh dengan baik sehingga proses dinitrifikasi, amonifikasi, reduksi SO_4^{2-} , dan pembentukan CH_4 menjadi meningkat. pH netral mendukung terjadinya pembebasan N organik menjadi NH_4^+ dan pembebasan P sukar larut oleh mikroorganisme berlangsung cepat. Denitrifikasi yaitu proses pembentukan N_2 dari NO_3^- . Pada bentuk N_2 inilah unsur N mengalami pengurangan akibat pelindian dan volatilisasi sehingga N tersedia yang sangat tinggi berkurang sehingga tidak meracun. Proses oksidasi dan reduksi pada pH 6-7 berjalan baik sehingga pada proses oksidasi terbentuk SO_4^{2-} yang stabil. Sulfat stabil yang terlalu tinggi dapat meracun tanaman sehingga

diperlukan proses reduksi untuk mereduksi sulfat menjadi sulfida stabil (Kyuma, 2004; Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Agregat tanah yang rendah mempunyai pengaruh negatif terhadap kualitas tanah karena menyebabkan pengurangan hara. Tanah tergenang seperti pada lokasi penelitian, mempunyai kestabilan agregat yang rendah karena terjadi pemecahan agregat oleh air. Pengolahan tanah intensif pada tanah sawah juga menyebabkan menurunnya kestabilan agregasi tanah. Agregat tanah dipengaruhi oleh bahan organik, seperti telah diketahui bahwa bahan organik merupakan agen agregasi yang bekerja sebagai perekat antara partikel tanah yang satu dengan yang lain. Bahan organik juga dapat menyelubungi bahan dispersan yang dapat memecah agregat tanah (Larson and Pierce, 1996). Agregat tanah akan memperbaiki struktur tanah menjadi remah/gembur. Tanah dengan struktur remah memudahkan penetrasi akar dalam menjangkau unsur hara dalam tanah.

Pada tanah sawah, proses penggenangan menyebabkan agregat jenuh air sehingga udara pada ruang pori berkurang dan agregat pecah. Proses penggenangan juga menyebabkan terjadinya proses hidrasi pada Fe oksida, Mn oksida, silika, dan bahan organik. Proses hidrasi meningkatkan kelarutan bahan organik sebagai bahan penyemen sehingga kohesi partikel tanah menurun (Notohadiprawiro, 1992). Agregat tanah yang mempunyai kestabilan rendah akan mudah mengalami erosi dan limpasan sehingga hara dalam tanah akan berkurang karena terangkut erosi.

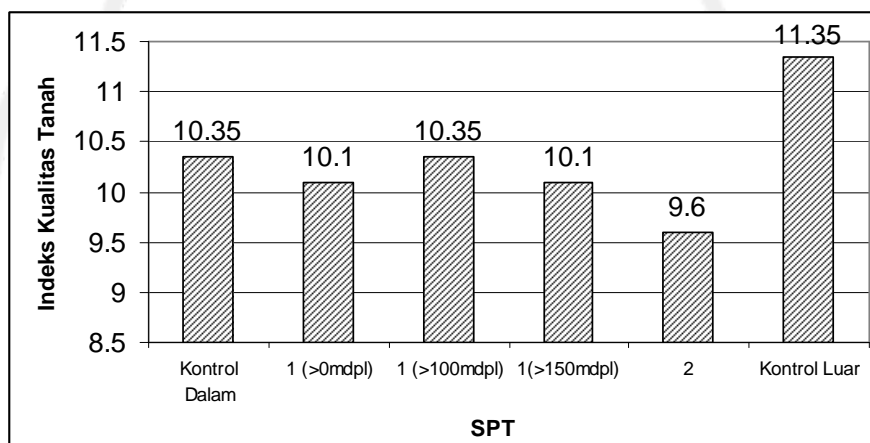
Hasil akumulasi skor seluruh variabel pengamatan untuk tiap SPT menggambarkan Indeks Kualitas Tanah (IKT) pada lokasi penelitian yang disajikan pada tabel 4.2.2. berikut ini:

Tabel 4.2.2. Indeks kualitas tanah tiap satuan peta tanah

SPT	Indeks Kualitas Tanah (IKT)	Harkat
Kontrol Dalam	10.35	Tinggi
1 (>0mdpl)	10.10	Tinggi
1 (>100mdpl)	10.35	Tinggi
1(>150mdpl)	10.10	Tinggi
2	9.60	Tinggi
Kontrol Luar	11.35	Sangat Tinggi

Sumber : Analisis Hasil Pengamatan

Indeks kualitas tanah pada tabel 4.2.2. dapat dinyatakan pada histogram sebagai berikut berikut:



Gambar 4.2.1. Histogram indeks kualitas tanah tiap satuan peta tanah

Tabel 4.2.2. dan histogram 4.2.1. menggambarkan bahwa lokasi yang mempunyai kualitas tanah paling tinggi adalah *baseline* yang berada pada luar daerah industri atau disebut juga kontrol luar dengan Indeks Kualitas Tanah yang selanjutnya disebut dengan IKT sebesar 11,35 dengan harkat sangat tinggi. IKT sangat tinggi menjelaskan bahwa tanah dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Kontrol luar juga mempunyai kestabilan relatif baik karena tidak terkena aktivitas industri. Dilihat dari karakteristik lokasi, kontrol luar mempunyai keseimbangan unsur N,P,K yang baik (Tabel 4.2.1.). Meskipun dengan ketersediaan yang sangat tinggi tetapi tidak ada salah satu unsur yang menekan unsur lain. Pada wilayah ini terdapat penambahan bahan organik berasal dari jerami sehingga karbon organik yang berada dalam tanah cukup tinggi. Sumber penghasil c-organik selain dari bahan organik adalah dari eksudat akar yang

dikeluarkan tanaman padi karena berada dalam keadaan tergenang (Hardjowigeno dan Rayes, 2005). Selain itu, Cr total yang terdapat dalam tanah paling rendah diantara unsur lain dan berada jauh di bawah ambang batas meracun (Tabel 4.2.1). Semua variabel pada setiap peranan tanah dalam keadaan baik dan mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Kelebihan utama dari lokasi kontrol luar adalah bahwa aliran sungai yang digunakan untuk mengairi sawah tidak tercampur dengan limbah, sehingga tidak ada tambahan logam berat maupun unsur hara dari limbah. Kelebihan lain yang dimiliki adalah hasil produksi yang relatif tinggi tidak menyebabkan biaya pemupukan yang dikeluarkan petani sia-sia. Kelemahan pada lokasi ini adalah tidak diterapkannya sistem bera dan penanaman yang masih monokultur. Sistem bera baik dilakukan untuk mencegah akumulasi unsur hara oleh usaha pemupukan pada musim tanam sebelumnya. Sedangkan penanaman monokultur dapat memicu serangan hama yang sama dengan musim terdahulu.

Pada lokasi kontrol dalam mempunyai IKT sebesar 10,35 dengan harkat tinggi. Kelebihan khas dari lokasi ini adalah tidak ditambahkan pestisida. Pestisida selain mematikan hama dapat mematikan binatang lain yang berguna dalam perbaikan sifat fisik tanah seperti katak dan ular. Pada tanah tergenang, senyawa anorganik dari pestisida, herbisida, dan lain-lain dapat terbentuk menjadi asam asetat dan asam propionat yang dapat menghambat produksi. Unsur beracun yang aktif dari pestisida akan menghambat proses yang terjadi di dalam tanah sehingga dapat menurunkan ketersediaan hara (Masganti, 2000). Sedangkan kelemahan dari wilayah kontrol adalah hasil produksi yang relatif rendah.

Wilayah SPT 1 hingga 2 mempunyai IKT berkisar antara 9,6-10,35 dengan pengharkatan tinggi. Perbedaan khas antara keempat lokasi ini dengan kedua lokasi kontrol adalah Cr total. Cr total dalam tanah dapat menurunkan kualitas tanah, meskipun belum berada dalam batas meracun tetapi akan mengganggu jalannya proses dalam tanah (Pancarwati, 2004). Lokasi yang mempunyai IKT paling rendah adalah SPT 2 yang berada

pada Desa Waru Kecamatan Kebakkramat yaitu 9,6. meskipun IKT mempunyai nilai terendah dibandingkan wilayah lain namun pengharkatan pada SPT 2 adalah tinggi. Hal ini berarti bahwa meskipun mengalami penurunan kualitas tanah tetapi masih dapat menjalankan peran tanah dengan baik dalam mendukung pertumbuhan taaman dan keberlanjutan fungsi tanah. Kelebihan pada SPT 2 ini adalah meskipun kualitas tanah rendah hasil produksi paling tinggi diantara lokasi lain. Pemupukan yang dilakukan petani pada SPT 2 ini tidak berlebihan. Faktor yang menyebabkan tingginya produksi kemungkinan adalah tanaman itu sendiri. Tanaman dapat menyerap hara dengan sempurna sehingga pada proses pertumbuhannya tidak terganggu. Kelemahan pada lokasi ini adalah tidak diberlakukannya sistem bera padahal pupuk yang diberikan dalam jumlah besar dan antara satu musim tanam dengan musim tanam lain pupuk yang digunakan sama. Selain itu, sumber irigasi yang digunakan adalah Waduk Colo dari Wonogiri yang saat berada pada saluran tersier sudah tercemar limbah karena digunakan untuk saluran pembuangan limbah pabrik sekitar lokasi penelitian. Kuantitas Cr total pada daerah ini yang paling tinggi diantara lokasi lain, hal inilah yang menyebabkan kualitas tanah lokasi ini paling rendah.

Kedua lokasi kontrol baik kontrol dalam maupun luar mempunyai indeks kualitas tanah yang lebih tinggi dari pada IKT seluruh SPT 1 dan 2. Hal ini menandakan bahwa telah terjadi penurunan kualitas tanah sawah pada kawasan industri.

Kualitas tanah tidak hanya dipandang dari kondisi tanah dan tanaman itu saja, tetapi juga dapat dipandang dari bagaimana kualitas tanah tersebut berpengaruh terhadap kehidupan sosial masyarakat yang dalam penelitian ini dikhususkan pada petani. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Baldwin, 2007 bahwa kualitas tanah nantinya akan mempengaruhi kualitas kehidupan sosial dan perilaku penduduk.

B. Hasil Pengamatan Sosial Ekonomi

Hasil produksi lahan sawah secara umum tidak mengalami penurunan dan sama dengan hasil sawah pada umumnya yaitu 6-9 ton/ha. Artinya, secara sosial ekonomi petani tidak mengalami gangguan produktivitas padi yang dikarenakan lahan mereka yang terletak pada kawasan industri.

Lokasi penelitian yang berada di kawasan industri tidak mempengaruhi pendapatan petani dalam menjual produksinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi pendapatan petani adalah pengeluaran yang terlalu banyak untuk biaya pemupukan dan pemberian air yang tidak sebanding dengan hasil yang didapatkan. Hal utama yang membuat petani mengalami kerugian adalah tipe pengelolaan bukan karena lokasi lahan yang berada di kawasan industri dan terkena limbah.

Petani yang mengelola lahan sawah pada kawasan industri umumnya petani yang sudah tua sehingga metode yang diterapkan kurang tepat untuk kondisi saat ini. Hal ini terjadi disebabkan kurangnya tenaga petani karena generasi muda memilih bekerja pada sektor industri.

Kondisi tanah dan kehidupan petani setempat mendorong penelitian mengenai kualitas tanah ini untuk memberikan rekomendasi yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam mengelola lahan sawah pada kawasan industri agar dapat mendukung terwujudnya keberlanjutan fungsi tanah.

C. Rekomendasi

1. Rekomendasi Pengelolaan

Sistem pengelolaan yang diterapkan pada tanah merupakan perilaku petani yang dapat mempengaruhi kualitas tanah. Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi mengenai sistem pengelolaan sebagai berikut:

- a. Petani hendaknya mengurangi dosis dalam aplikasi pupuk dan menyesuaikan dengan rekomendasi pupuk tepat dosis spesifik lokasi dari pemerintah. Pemupukan yang berlebihan selain tidak

hemat secara ekonomi dapat menyebabkan degradasi kualitas tanah akibat ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah. Pemupukan berlebihan dapat menekan salah satu unsur yang berada dalam jumlah minim.

- b. Jika tidak diberokan hendaknya petani melakukan rotasi tanaman seperti padi-padi-palawija agar tidak terjadi pengurasan hara yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas tanah. Rotasi tanaman juga dapat mengurangi munculnya hama yang sama pada musim tanam lalu. Selain itu, dengan rotasi tanaman petani tetap dapat memperoleh keuntungan.
- c. Pemberian pestisida hendaknya disesuaikan dosisnya agar bahan aktif dalam pestisida tidak mengganggu sistem tanah dan tanaman.
- d. Sumber air untuk irigasi hendaknya dipertimbangkan agar air irigasi yang diberikan tidak tercemar yang nantinya akan mengakibatkan penurunan kualitas tanah dan penurunan produksi.

2. Rekomendasi terhadap Kawasan Industri

Penentuan kawasan industri hendaknya memperhatikan lingkungan disekitarnya, khususnya sektor pertanian agar aktivitas industri tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan pertanian. Pada penelitian ini rekomendasi yang dapat diberikan untuk mendukung sektor pertanian pada kawasan industri adalah sebagai berikut:

- a. Kawasan industri hendaknya tidak berdekatan dengan pemukiman dan areal pertanian seperti yang tertera dalam perda Kabupaten Serdang. Kabupaten Karanganyar hendaknya dapat menyesuaikan. Bila kegiatan industri terletak berdekatan dengan areal pertanian, hendaknya dipilih kegiatan industri kecil agar dampak yang ditimbulkan terhadap kegiatan pertanian tidak begitu besar.
- b. Setiap industri yang berada pada kawasan industri hendaknya melakukan analisis terhadap kandungan limbah hasil produksi agar dapat menentukan cara yang tepat dalam mengelola maupun

menyalurkan buangan limbah. Hal ini perlu dilakukan mengingat dampak limbah terhadap lingkungan sangat kompleks.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian mengenai kualitas tanah sawah pada zona industri ini dapat ditarik kesimpulan sbagai berikut:

1. Indeks Kualitas Tanah tertinggi adalah pada SPT kontrol yang berada diluar kawasan industri yaitu 11.35. Sedangkan yang terrendah adalah pada SPT 2 yaitu 9.60.
2. Pemupukan yang terlalu tinggi tidak efektif karena tidak semua yang diberikan dapat dimanfaatkan oleh petani
3. Kawasan industri masih layak untuk diusahakan sektor pertanian karena kondisi tanah yang masih mendukung.
4. Limbah pabrik tidak hanya meninggalkan logam berat tetapi juga turut meberi pasokan unsur hara.
5. Kandungan Cr dalam tanah yang dipasok oleh air limbah industri masih di bawah batas meracun
6. Kualitas tanah pada kawasan industri mengalami penurunan. Dapat dibuktikan dengan nilai IKT antara kontrol dengan SPT lain lebih tinggi pada kontrol. Penurunan kualitas tanah pada lokasi penelitian berkisar antara 8,81 – 15,41%.
7. Penurunan kualitas tanah tidak hanya dipengaruhi oleh kawasan industri yang memberi sumbangan limbah tetapi sistem pengelolaan yang diterapkan juga menyebabkan penurunan kualitas tanah.

B. Saran

1. Pengelolaan pada tanah sawah hendaknya tidak berlebihan karena dapat menyebabkan degradasi tanah.
2. Perlu penelitian mengenai efektivitas pengelolaan yang diterapkan pada tanah sawah di kawasan industri.
3. Perlu adanya penelitian mengenai kosentrasi logam berat yang masuk ke dalam tanah sawah

4. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih rinci faktor apa saja yang menyebabkan penurunan kualitas tanah sawah kawasan industri.



DAFTAR PUSTAKA

- Alibasyah, M. R. 2001. Efek system Olah Tanah dan Mulsa Jagung Terhadap Stabilitas Agregat dan Kandungan C-organik pada Tanah Ultisol pada Musim Tanam Ketiga. *Jurnal Agrista Vol. 5 No. 1 April 2001*.
- Andrews, S. S., D. L. Karlen, and C.A. Cambardella. 2004. The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 68 : 1945-1962.
- Anonim. 1990. *Budidaya Tanaman Padi*. Kanisius.Jakarta.
- _____. 1994. *Pengolahan Tanah Minimum (Minimum Tillage)*. <http://202.158.78.180/agritech/ppua0138/pdf>. diakses tanggal 25 Maret 2008 pukul 13.00 WIB.
- _____. 2007. *Budidaya Padi*. <http://warintek.co.id>. diakses 30 Mei 2007 pukul 08.00 WIB.
- _____. 2007. *Bengawan Solo Hulu*. <http://pfi3p.go.id>. diakses tanggal 6 Desember 2007 pukul 18.00 WIB.
- _____. 2007. <http://www.geocities.com>. Diakses tanggal 14 Desember 2007 pukul 12.00 WIB.
- _____. 2007. *Soil Quality Concept*. <http://soils.usda.gov/sqi/kit2.html>. Natural Resources Conservation Service Journal. United States Departement of Agriculture. USA. diakses tanggal 28 November 2007.
- _____. 2008. *Bioremoval Logam Berat dengan Mikroorganisme*. <http://sinergyforum.net/zoa/paper/html>. Diakses tanggal 25 Juni 2008 pukul 20.00 WIB.
- Asdak, C. 1995. *Daur Hidrologi dan Ekosistem DAS*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balittanah. Bogor.
- Baldwin, K.R. 2007. *Soil Quality Consideration for Organic Farmers. Center For Environmental Farming Systems*. US Journal. <http://www.Css.corne.edu/faculty/hobbs/>. United States.
- Barber, S. A. 1995. *Soil Nutrient Bioavailablity*. John Wiley & Sons, Inc. Amerika Serikat.
- Baroto, dan siradz A. 2006. Taraf Pencemaran dan Kandungan Kromium (Cr) pada Air dan Tanah Daerah Sungai Code Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol.6 2006* hal 82-100.
- Committee On Long Range Soil and Water Conservation Policy. 1993. *Soil and Water Quality: An Agenda for Agriculture*. National Research Council. National Academy Press. Washington D.C.

- Dewi, W.S., Andriani, Supriyadi, Sudadi, V.R. Cahyani. 1997. Kajian Pemanfaatan Air Limbah Industri Kawasan Jaten Karanganyar Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Logam Berat Pada Berbagai Organ Tanaman Padi (*Oryza sativa*). *Jurnal Penelitian Caraka Tani*. 13 ISSN:0854-3984.
- Dewi, W.S. 2002. Mutu Tanah Sebagai Peneentu Keberlanjutan Fungsi Tanah. *Jurnal penelitian ENVIRO*. 2(1): 10-17.
- Doran, J.W. and T.B. Parkin. 1996. *Defining and Assessing Soil Quality*. Pages 3-21. **in** J.W. Doran *et al.*, (eds). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Science Society of Amerika Special Publication no.35, Madison, Washington.
- Harjowigeno,S. dan L. Rayes. 2005. *Tanah Sawah, Karakteristik, kondisi, dan permasalahan Tanah Sawah di Indonesia*. Bayumedia Malang Jawa Timur.
- Hermiyanto, B. 2005. Soil Quality Indices Under Different Land Use in a Typical Small Agricultural Watershed, Central Java, Indonesia. *Agrijurnal*. 10 (1): 20-31.
- Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press. California
- Kamsurya, Y. Marwan, H.T. Sebayang, dan B. Guritno. 2001. Pengaruh Pemupukan Nitrogen Pada Lahan Tanpa Olah Tanah Dengan Herbisida Glifosat Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Beberapa Varietas Padi Sawah. *Jurnal BIOSAIN Vol.2, No.2, Agustus 2002*.
- Karlen, D. L. and J.M. Mausbach. 2001. *Soil Quality Assesment*. Webmaster @www.Nsti.gov. (diakses tanggal 2 januari 2008 pukul 13.00 WIB).
- Kementrian Pertanian. 2007. *Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi*. Departemen Pertanian Indonesia.
- Kinyangi, J. 2008. *Soil Health and Soil Quality: A Review*. <http://soils.usda.gov/sqi/kit2.html>. (diakses tanggal 15 Februari 2008 pukul 18.00 WIB).
- Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press. Trans Pacific Press. Jepang.
- Larson, W. E. dan F.J. Pierce. 1996. *Conservation and Enhancement of Soil Quality*. **in** The Soil Quality Institute (eds.) *The Soil Quality Concept*. USDA Natural Resources Conservation Service. United States.
- Lepp. 1981. *Effect of Heavy Metal Pollution of Plant. Vol I. Effect of Trace Metal on Plant Function*. Applied Science Publishers. London.
- Masganti. 2000. *Perubahan Kadar N,P, dan K Sawah Tadah Hujan Pada Budidaya Kedelai Akibat teknik Olah Tanah dan Pemberian Jerami*. Jurnal Tanah dan Air Vol. 1 No.2 Desember 2000. FP UNISKA Muhammad Arsyad Al Banjary. Banjarmasin.
- Mitchell,J.,M. Gaskell, R. Smith, C. Fouche, and K. Stevent. 2000. *Soil Management and Soil Quality For Organic Crops*. Publication 7248. The

- Regents of The Univ.of Callifornia. Div.of Agriculture and Natural Resource.
- Munir, M. 1996. *Tanah-Tanah Utama di Indonesia Karakteristik, Klasifikasi, dan Pemanfaatannya*. Dunia Pustaka Jaya. Jakarta.
- Noordwijk M.V., F. Agus, D. Suprayogo, K. Hairiah, G. Pasya , 2004. Peranan Agroforestri Dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). *Jurnal Agrivita Vol. 26 No.1. ISSN : 0126 – 0537*.
- Notohadiprawiro, T. 1992. *Sawah Dalam Tata Guna Lahan*. Fakultas Pertanian UPN. Yogyakarta.
- Pancarwati, S. 2004. *Pengaruh Limbah Cair Industri Tekstil Terhadap Keragaman Fungsi Tanah Di Daerah Jaten Karanganyar*. Skripsi S-1 Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Pankhurst, C. E. 1998. *Biodiversity of Soil Organisms as an Indicator of Soil Health*. in C. E. Pankhurst, B. M. Doube and V. V. S. R. Gupta (eds.) *Biological Indicators of Soil Health*. Cab Internasional.
- Pemerintah Daerah Kabupaten Karanganyar. 2003. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Karanganyar*.
- Pemerintah Kabupaten Serdang. 2008. Rencana Tata Ruang Wilayah SerdangBedagai 2006-2016. <http://serdangbedagaikab.go.id/indonesia>. diakses tanggal 16 Juni 2008 pukul 17.00 WIB.
- Pemerintah RI. 2002. *Peraturan Pemerintah No.150 th 2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah*. Indonesia.
- Purnanto, A.T. 2007. *Studi Komparasi Kualitas Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kawasan Selatan Lereng Gunung Api Lawu*. Skripsi S-1. Fakultas Pertanian Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta.
- Purwanto. 2002. *Biologi Tanah Sebagai Indikator Kualitas Tanah*. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Seybold, C. A., M. J. Mausbach, D.L. Karlen, and H.H. Rogers. 1996. *Quantification Of Soil Qquality*. in: The Soil Quality Institute (Ed.). *The Soil Quality Concept*. USA: USDA Natural Resources Conservation Service.
- Siswomartono, D. 2008. *Mengelola Daerah Aliran Sungai*. <http://warintek.co.id>. Diakses tanggal 28 Mei 2008 pukul 14.00 WIB.
- Srivasta, P.C. dan U.C. Gupta. 1996. *Trace Element In Crop Production*. Baba Barkha Nathl Printers. New Delhi. India.

- Suriadikarta, D.A. dan A. Adimiharja. 2001. Penggunaan Pupuk Dalam Rangka Peningkatan Produktivitas Lahan Sawah. *Jurnal Litbang Pertanian Bogor*. 52 (18-23).
- Suwardjo. 1981. *Peranan Sisa-Sisa Tanaman dalam Konservasi Tanah dan Air Pada Usaha Tanaman Semusim*. Disertasi fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Suyana, J., Endang S.M., dan Sutarno. 1999. *Evaluasi Sumbangan Hara dan Kualitas Air dari Irigasi Bengawan Solo*. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta.
- Thompson, L.M. dan R.R. Troeh. 1978. *Soils and Soil Fertility*. Mc.Graw Hill, Inc. New Delhi.
- Tim Balittanah. 2006. *Laporan Tahunan 2005 Inventarisasi dan Penelitian Pengelolaan Tanah*. Departemen Pertanian. Bogor.
- Waluyaningsih, S.R. 2005. *Studi Pemanfaatan Enceng Gondok (Eichornia crassipes Mart Solm) sebagai Absorban Logam Berat Cr dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil secara Biologis*. Skripsi S-1 Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wander, T.M., T. M. Niessen, G.A. Bollero, S.S. Andrews, 2002. *Soil Quality: Science and Process*. <http://soils.usda.gov/sqi/kit2.html>. diakses tanggal 2 Februari 2008.
- Wild, A.1993. *Soil and The Environment: an Introduction*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Wirawan. 1991. *Pengembangan dan Pemanfaatan Lahan Sawah Irigasi*, hal 141-167. **dalam** E. Pasandaran (edt). *Irigasi di Indonesia Strategi dan Pengembangan*. LP3ES. Jakarta.
- Zimmerman, J.D. 1966. *Irrigation*. Wiley and Sons. Inc.Company Ltd. Japan.

Lampiran 1. Rekomendasi pemupukan spesifik lokasi

Provinsi/ Kabupaten	Kecamatan	Acuan Rekomendasi Pupuk (kg/ha)								
		Tanpa bahan organik			Dengan 5 ton Jerami/ ha			Dengan 2 ton pupuk kandang/ha		
		Urea	SP-36	KCI	Urea	SP-36	KCI	Urea	SP-36	KCI
Jawa Tengah/ Karanganyar	1. Jatipuro	300	75*	100	280	75*	50	275	25*	80
	2. Jatiyoso	300	50	100	280	50	50	275	0	80
	3. Jumapolo	300	75*	100	280	75*	50	275	25*	80
	4. Jumantono	250	75*	100	230	75*	50	225	25*	80
	5. Matesih	250	75	100	230	75	50	225	25	80
	6. Tawangmangu	300	75	100	280	75	50	275	25	80
	7. Ngargoyoso	300	50	100	280	50	50	275	0	80
	8. Karangpandan	250	75*	100	230	75*	50	225	25*	80
	9. Karanganyar	300	75*	100	280	75*	50	275	25*	80
	10. Tasikmadu	250	75	100	230	75	50	225	25	80
	11. J a t e n	250	75	100*	230	75	50*	225	25	80*
	12. Colomadu	250	75	50	230	75	0	225	25	30
	13. Gondangrejo	300	75	100*	280	75	50*	275	25	80*
	14. Kebakkramat	250	75	100*	230	75	50*	225	25	80*
	15. Mojogedang	250	75	100	230	75	50	225	25	80
	16. K e r j o	250	50	100	230	50	50	225	0	80
	17. Jenawi	250	75	100	230	75	50	225	25	80

- : Luas hamparan sawah kurang dari 250 ha pada peta skala 1:250.000

* : Takaran pupuk aktual dapat lebih rendah karena variabilitas hara tanah

Gunakan BWD, PUTS atau Petak Omisi untuk menentukan takaran pupuk N, P, dan K lebih spesifik dan pada lokasi terpetakan

Sumber: Kementerian Pertanian 2007

Lampiran 2. Tabel penentuan indeks kualitas tanah metode Wander

Rank	N tersedia (ppm)	P tersedia (ppm)	K tersedia (Mg/100 g)	C organik (%)	pH	KPK (Me/gr)	Function Score
Sangat Tinggi	>30 and <90 score = 1	> 15 score = 1	> 60 score = 1	>30 score = 1	>6 and <7 score = 1	>40 score=1	
Tinggi	<30 and >10 or >90 and <120 score = 0.75	11-15 score = 0.75	41-60 score = 0.75	<30 and >20 score = 0.75	<6 and >5 or >7 and <8 score = 0.75	25-40 score=0.75	
Sedang	<10 and >5 or >120 and >150 score = 0.5	8-10 score = 0.5	21-40 score = 0.5	<25 and <15 score = 0.5	<5 and >4 or >8 and <9 score = 0.5	10-25 score=0.5	
Rendah	<5 or >150 score = 0.1	5-7 score = 0.25 <4 score = 0,1	10-20 score= 0,25 <5 score = 0.1	<15 score = 0.1	<4 or >9 score = 0.1	<10 score=0.1	
Treatment	----- Score -----						Jumlah
SPT 1							
SPT 2							
SPT...dst							
Soil water relations	Cr	Porositas	Kemantapan Agregat	C organik			Function Score
Rank	ppm	%	% air perusak ped	%			
Sangat Tinggi	<5 score = 1	<40 and >60 score = 1	80-100 score = 1	>30 score = 1			
Tinggi	5-10 score = 0.5	<40 and >30 or >60 and <70 score = 0.75	40-80 score = 0.5	<30 and >20 score = 0.75			
Sedang	-	<30 and >15 or >70 and <80 score = 0.5	-	<25 and <15 score = 0.5			
Rendah	> 10 = 0.1	<15 score = 0.1	<40 score = 0.1	<15 score = 0.1			
Treatment	----- Score -----						Jumlah
SPT 1							
SPT 2							
SPT...dst							
Rooting environment	Berat Volume	C organik	pH	POM	Function Score		
Rank	g /cm ³	%		%			
Sangat Tinggi	<1.2 score = 1	>30 score = 1	>6 and <7 score = 1	<20 score = 1			
Tinggi	>1.2 and <1.36 score = 0.75	<30 and >20 score = 0.75	<6 and >5 or >7 and <8 score = 0.75	<20 and >15 score = 0.75			
Sedang	>1.36 and <1.5 score = 0.5	<25 and <15 score = 0.5	<5 and >4 or >8 and <9 score = 0.5	<15 and >10 score = 0.5			
Rendah	>1.5 score = 0.1	<15 score = 0.1	<4 or >9 score = 0.1	<10 score = 0.1			
Treatment	----- Score -----						Jumlah
SPT 1							
SPT 2							
SPT...dst							

Sumber: Wander, *et al* (2002); Balittanah (2005); Srivasta dan Gupta (1996).

Lampiran 3. Stepwise Regression Variabel Pengamatan Terhadap IKT
Welcome to Minitab, press F1 for help.

```
MTB > Stepwise 'Indeks Kualitas Tanah (IKT)' 'N
Tersedia'-'pH1';
SUBC> AEnter 0.15;
SUBC> ARemove 0.15;
SUBC> Constant.
```

Stepwise Regression: Indeks Kualitas versus N Tersedia, P Tersedia,
...

Alpha-to-Enter: 0.15 Alpha-to-Remove: 0.15

Response is Indeks K on 14 predictors, with N = 6

Step	1	2	3
Constant	11.491	8.352	7.997
Cr Total	-0.908	-1.130	-0.976
T-Value	-3.28	-5.43	-29.87
P-Value	0.030	0.012	0.001
pH		0.540	0.843
T-Value		2.41	20.52
P-Value		0.095	0.002
Stabilit			-0.0502
T-Value			-11.94
P-Value			0.007
S	0.344	0.232	0.0334
R-Sq	72.92	90.75	99.87
R-Sq(adj)	66.15	84.59	99.68

More? (Yes, No, Subcommand, or Help)
SUBC>

Lampiran 4. Analisis indikator kualitas tanah

No	KL 2mm	kl 0.3mm	KL segar	BJ	bv (gr/cm ³)	POROSITAS	ppm n tersedia	ppm P2O5	r
KD 1	12.27	5.54	55.10	2.27	1.33	41.34	59.11	43.83	5
KD 2	12.26	7.14	34.10	2.10	1.34	36.13	20.87	73.91	2
KD 3	11.76	6.05	59.97	2.11	1.30	38.45	47.32	48.45	5
15	13.61	5.37	50.49	2.08	1.33	35.91	6.58	92.16	4
22	12.17	5.15	70.45	2.26	1.28	43.13	7.85	143.89	1
24	12.82	6.81	43.48	2.08	1.17	43.69	2.73	35.69	3
27	13.71	6.34	88.01	2.06	1.49	27.92	25.23	49.8	5
32	12.30	5.35	64.90	3.19	1.22	61.69	23.22	62.73	1
50	11.34	5.68	83.57	2.09	1.15	45.11	10.57	74.33	6
54	15.91	4.93	54.46	1.87	1.35	27.74	4.49	59.64	3
58	15.36	5.36	44.07	1.65	1.31	20.73	7.49	78.61	1
60	14.62	4.24	56.34	1.20	1.36	31.63	24.12	103.19	5
79	19.39	3.71	58.01	1.58	1.15	27.73	4.74	39.72	3
80	18.34	5.16	43.14	1.92	1.39	27.74	6.50	48.71	2
81	18.32	3.70	48.88	1.29	0.99	23.60	10.49	67.31	4
KL 1	12.53	8.22	42.75	2.10	1.40	33.16	8.78	40.09	1
KL 2	12.28	5.91	63.37	1.63	1.14	29.93	17.60	41.24	1
KL 3	12.79	8.54	48.69	1.39	0.91	34.42	6.02	46.24	1

No	KPK	c organik 0,3	c organik 0,5	POM %	Cr Total	stabilitas agregat	Ph	KI
KD 1	26.47	0.39	3.11	11.12	0.88	40.00	7.00	
KD 2	17.98	0.55	3.56	13.36	1.64	40.00	6.00	
KD 3	21.34	0.60	2.73	18.06	1.41	30.00	6.50	
15	19.42	0.41	1.75	19.18	2.37	40.00	7.00	
22	21.82	0.49	1.63	23.19	1.16	20.00	6.08	

24	30.66	0.76	2.00	27.64	1.38	30.00	6.00
27	18.68	0.52	2.63	16.57	1.39	30.00	6.73
32	22.41	0.76	2.56	22.81	1.24	20.00	6.55
50	25.78	0.79	2.21	26.18	1.86	30.00	6.00
54	30.12	0.94	2.37	28.52	1.11	30.00	7.00
58	17.55	0.86	2.49	25.61	1.72	30.00	7.00
60	11.61	0.73	2.84	20.43	1.44	30.00	6.00
79	18.05	0.62	2.87	17.76	1.37	30.00	7.00
80	26.76	0.79	2.57	23.53	1.27	40.00	7.00
81	15.86	1.29	2.66	32.66	1.79	40.00	6.00
KL 1	22.63	0.69	2.57	21.22	0.19	30.00	6.00
KL 2	42.37	1.13	3.03	27.16	0.36	30.00	6.00
KL 3	34.10	1.39	3.09	31.01	0.04	30.00	6.00

Sumber: Hasil analisis laboratorium

Lampiran 5. Kuisisioner Pengelolaan Wilayah Setempat

Lokasi : Kontrol Dalam

Nama : Wahyudi

Desa : Suruhkalang

Luas Lahan : 1500 m (1 patok)

Pemupukan : Urea 50 kg, SP-36 50 kg, Phonska 50 kg, NASA 50 kg per patok
(Urea 330 kg, SP-36 330 kg, Phonska 330 kg, NASA 330 kg per Ha).

Tidak ada penambahan pupuk kandang dan jerami tidak dikembalikan karena digunakan untuk pakan ternak.

Pola Tanam : Padi-padi-padi monokultur

Produksi : 1ton/patok
(6,6 ton/Ha)

Irigasi : sumber dari Waduk Lalung dan diberikan secara berkala.

Lain-lain : Pestisida tidak ditambahkan karena tidak ada biaya dan hama yang muncul hanya keong sehingga dapat diatasi secara manual. Petani juga beranggapan bahwa pupuk NASA yang

diberikan telah mengandung pestisida. Munculnya rumput juga bisa diatasi secara manual.

Lokasi : Kontrol Luar
 Nama : H. Sukimin
 Desa : Joho, Mojolaban, Sukoharjo
 Luas Lahan : 3000 m (1 patok)
 Pemupukan : Urea 100 kg, SP-36 50 kg, Phonska 50 kg, ZA 50 kg, KCl 50 kg per patok
 (Urea 100 kg, SP-36 166,6 kg, Phonska 166,6 kg, ZA 166,6 kg, KCl 166,6 kg per Ha).
 Tidak ada penambahan pupuk kandang tetapi jerami dikembalikan semuanya. Berat jerami basah yang dikembalikan kurang lebih 5 ton.
 Pola Tanam : Padi-padi-padi monokultur
 Produksi : 2,5 ton/patok
 (8,25 ton/Ha)
 Irigasi : sumber dari Waduk Lalung, Waduk Wonogiri, dan Bendungan Trani diberikan berjangka 1 minggu.
 Lain-lain : pestisida yang ditambahkan adalah Regent dan Spontan untuk membasmi tikus dan sundep. Dosis pemberian 20 cc dalam 14 liter.

Lokasi : SPT 1 (0-100 mdpl)
 Nama : Sumanto
 Desa : Celep, Dagen, Jaten
 Luas Lahan : 3000 m (1 patok)
 Pemupukan : Urea 150 kg, SP-36 50 kg, Phonska 50 kg, ZA 50 kg per patok
 (Urea 495 kg, SP-36 166,6 kg, Phonska 166,6 kg, ZA 166,6 kg per Ha)

Tidak ada penambahan jerami karena digunakan sebagai pakan ternak.

Digunakan pupuk kandang dari kotoran kambing

Pola Tanam : Padi-padi-padi monokultur
 Produksi : 2,4 ton/patok
 (7,92 ton/Ha)
 Irigasi : sumber dari Waduk Delingan, Mojogedang
 Lain-lain : pestisida yang ditambahkan adalah Furadan dan Furacron untuk membasmi tikus dan sundep.

Lokasi : SPT 1 (100-150 mdpl)

Nama : Citro
 Desa : Gaum
 Luas Lahan : 3000 m (1 patok)
 Pemupukan : Urea 300 kg, SP-36 50 kg, Phonska 50 kg per patok
 (Urea 990 kg, SP-36 166,6 kg, Phonska 166,6 kg per Ha)
 Penambahan jerami langsung di sawah dengan cara dibenam saat pengolahan tanah
 Tidak menggunakan pupuk kandang karena dianggap mahal.

Pola Tanam : Padi-padi-bero
 Produksi : 1 ton/patok
 (3,3 ton/Ha)
 Irigasi : sumber dari Waduk Delingan, Mojogedang
 Lain-lain : pestisida yang ditambahkan adalah Furadan dan Indrin untuk membasmi tikus dan sundep.

Lokasi : SPT 1 (150 mdpl)

Nama : Sadiran
 Desa : Sroyo
 Luas Lahan : 4000 m (1 patok)

Pemupukan : Urea 300 kg, SP-36 100 kg, Phonska 100 kg, ZA 100 kg per patok
(Urea 660 kg, SP-36 220 kg, Phonska 220 kg, ZA 220 kg per Ha)
Tidak ada penambahan jerami karena digunakan sebagai pakan ternak.

Pola Tanam : Padi-padi-padi

Produksi : 6 ton/ Ha

Irigasi : sumber dari Waduk Colo

Lain-lain : pestisida yang ditambahkan adalah Furadan dan Furacron untuk membasmi sundep.

Lokasi : SPT 2

Nama : Karyo Ngatmi

Desa : Gerdu, Waru, Kebakkramat

Luas Lahan : 3300 m (1 patok)

Pemupukan : Urea 100 kg, SP-36 100 kg, Phonska 100 kg, KCl 50 kg per patok
(Urea 330 kg, SP-36 330 kg, Phonska 330 kg, KCl 330 kg per Ha)
Tidak ada penambahan jerami karena digunakan sebagai pakan ternak.

Pola Tanam : Padi-padi-padi

Produksi : 3 ton/patok (9 ton/ Ha)

Irigasi : sumber dari Waduk Colo Wonogiri

Lain-lain : pestisida yang ditambahkan adalah Furadan dan Furacron untuk membasmi sundep.

Lampiran 6. Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (Kontrol Dalam)

Fungsi Tanah	Indikator	Satuan	Batas Penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Peranan Tanah Sebagai Pemasok Nutrisi	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> , 2002)	ppm	30 – 90	1	42.43
			10 - 30	0,75	
			atau 90 – 120	0,5	
			5 - 10 atau 120 – 150	0,1	
			<5 atau >150		
P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah, 2005)	ppm	>15	1	55.39	
		11-15	0,75		
		8-11	0,5		
		5-8	0,25		
		<5	0,1		
K ₂ O (Balai Penelitian Tanah, 2005)	mg/100g	>60	1	31.25	
		40- 60	0,75		
		20- 40	0,5		
		5 – 20	0,25		
		<5	0,1		
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1	0,1	3.13	
		1-2	0,25		
		2-3	0,5		
		3-5	0,75		
		>5	1		
pH (Balai Penelitian)	-	6-7	1	7	
		5 - 6 atau 7 – 8	0,75		

	Tanah, 2005)		4-5 atau 8 - 9 <4 atau >9	0,5 0,1	
	KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40 25-40 10-25 <10	1 0,75 0,5 0,1	21.93

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60 30 - 40 atau 60 – 70 15 - 30 atau 70 – 80 <15	1 0,75 0,5 0,1	38.64
	Kemantapan Agregat (Poerwowidodo, 1992)	%	100 – 90 80 – 50 0 – 40	1 0,5 0,1	40
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 – 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	3.13
	Cr Total (Srivasta dan Gupta, 1996)	ppm	< 5 5-10 <10	1 0,5 0,1	1.31
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> ,	g/cm ³	<1,2 1,2 - 1,36	1 0,75	1.32

			1,35 - 1,5 >1,5	0,5 0,1	
POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%		<20 15 - 20 15 - 10 <10	1 0,75 0,5 0,1	14.18
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%		<1 1 -2 2 - 3 3 - 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	3.13
pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-		6 - 7 5 - 6 atau 7 - 8 4 - 5 atau 8 - 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	7

Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah
Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian.

Lampiran 7. Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 1 >0 mdpl)

Fungsi Tanah	Indikator	Satuan	Batas Penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Peranan Tanah Sebagai Pemasok Nutrisi	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> , 2002)	ppm	30 - 90	1	12.73
			10 - 30 atau 90 - 120	0,75	
			5 - 10 atau 120 - 150 <5 atau >150	0,5 0,1	
	P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah, 2005)	ppm	>15	1	91.32
			11-15	0,75	
			8-11	0,5	
			5-8 <5	0,25 0,1	
	K ₂ O (Balai	mg/100g	>60	1	77.75
			40- 60	0,75	

Penelitian Tanah, 2005)		20- 40 5 – 20 <5	0,5 0,25 0,1	
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1-2 2-3 3-5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.36
pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6-7 5 - 6 atau 7 – 8 4-5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	7
KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40 25-40 10-25 <10	1 0,75 0,5 0,1	16.19

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60 30 - 40 atau 60 – 70 15 - 30 atau 70 – 80 <15	1 0,75 0,5 0,1	29.42
			Kemantapan Agregat (Poerwowidodo,	%	

	1992)				30
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 – 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.36
	Cr Total (Srivasta dan Gupta, 1996)	ppm	< 5 5-10 <10	1 0,5 0,1	1.84
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	g/cm ³	<1,2 1,2 - 1,36 1,35 - 1,5 >1,5	1 0,75 0,5 0,1	1.33
	POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	<20 15 – 20 15 – 10 <10	1 0,75 0,5 0,1	21.74
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 - 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.36
	pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6 – 7 5 - 6 atau 7 – 8 4 - 5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	7

Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah
Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian.

Lampiran 8. Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 1 >100 mdpl)

Fungsi Tanah	Indikator	Satuan	Batas Penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Peranan Tanah Sebagai Pemasok	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> ,	ppm	30 – 90 10 - 30 atau 90 – 120	1 0,75	18.76

Nutrisi	2002)		5 - 10 atau 120 – 150 <5 atau >150	0,5 0,1	
	P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah, 2005)	ppm	>15 11-15 8-11 5-8 <5	1 0,75 0,5 0,25 0,1	85.47
	K ₂ O (Balai Penelitian Tanah, 2005)	mg/100g	>60 40- 60 20- 40 5 – 20 <5	1 0,75 0,5 0,25 0,1	55.38
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1-2 2-3 3-5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.27
	pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6-7 5 - 6 atau 7 – 8 4-5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	6.5
	KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40 25-40 10-25 <10	1 0,75 0,5 0,1	20.97

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor	Hasil Penelitian
--------------	-----------	--------	-----------------	------	------------------

Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60 30 - 40 atau 60 – 70 15 - 30 atau 70 – 80 <15	1 0,75 0,5 0,1	44.25
	Kemantapan Agregat (Poerwowidodo, 1992)	%	100 – 90 80 – 50 0 – 40	1 0,5 0,1	20
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 – 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.27
	Cr Total (Srivasta dan Gupta, 1996)	ppm	< 5 5-10 <10	1 0,5 0,1	1.26
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	g/cm ³	<1,2 1,2 - 1,36 1,35 - 1,5 >1,5	1 0,75 0,5 0,1	1.33
	POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	<20 15 – 20 15 – 10 <10	1 0,75 0,5 0,1	20.86
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 -2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.27
	pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6 – 7 5 - 6 atau 7 – 8 4 - 5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	6.5

Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian.

Lampiran 9. Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 1 >150 mdpl)

Fungsi Tanah	Indikator	Satuan	Batas Penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Peranan Tanah Sebagai Pemasok Nutrisi	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> , 2002)	ppm	30 – 90	1	5.93
			10 - 30	0,75	
			atau 90 – 120	0,5	
			5 - 10 atau 120 – 150	0,1	
	P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah, 2005)	ppm	>15	1	56.55
			11-15	0,75	
			8-11	0,5	
5-8			0,25		
K ₂ O (Balai Penelitian Tanah, 2005)	mg/100g	>60	1	45.83	
		40- 60	0,75		
		20- 40	0,5		
		5 – 20	0,25		
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1	0,1	2.19	
		1-2	0,25		
		2-3	0,5		
		3-5	0,75		
pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6-7	1	7	
		5 - 6 atau 7 – 8	0,75		
		4-5 atau 8 – 9	0,5		
		<4 atau >9	0,1		
KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40	1	28.85	
		25-40	0,75		
		10-25	0,5		
		<10	0,1		

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60	1	38.84
			30 - 40	0,75	
			atau 60 – 70	0,5	
			15 - 30	0,1	
Kemantapan Agregat (Poerwowidodo, 1992)	%	100 – 90	1	30	
		80 – 50	0,5		
		0 – 40	0,1		
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1	0,1	2.19	
		1 – 2	0,25		
		2 – 3	0,5		
		3 – 5	0,75		
		>5	1		
Cr Total (Srivasta dan Gupta, 1996)	ppm	< 5	1	1.45	
		5-10	0,5		
		<10	0,1		
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	g/cm ³	<1,2	1	1.22
			1,2 - 1,36	0,75	
			1,35 - 1,5	0,5	
			>1,5	0,1	
	POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	<20	1	27.45
			15 – 20	0,75	
15 – 10			0,5		
C organik tanah (Balai Penelitian)	%	<10	0,1	2.19	
		<1	0,1		
			1 - 2	0,25	
			2 – 3	0,5	

	Tanah, 2005)		3 – 5 >5	0,75 1	
	pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6 – 7 5 - 6 atau 7 – 8 4 - 5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	7

Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian.

Lampiran 10. Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (SPT 2)

Fungsi Tanah	Indikator	Satuan	Batas Penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Peranan Tanah Sebagai Pemasok Nutrisi	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> , 2002)	ppm	30 – 90	1	7.24
			10 - 30 atau 90 – 120	0,75	
			5 - 10 atau 120 – 150	0,5	
			<5 atau >150	0,1	
P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah, 2005)	ppm	>15	1	51.91	
		11-15	0,75		
		8-11	0,5		
		5-8	0,25		
K ₂ O (Balai Penelitian Tanah, 2005)	mg/100g	>60	1	33.98	
		40- 60	0,75		
		20- 40	0,5		
		5 – 20	0,25		
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1	0,1	2.70	
		1-2	0,25		
		2-3	0,5		
		3-5	0,75		
		>5	1		

pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6-7 5 - 6 atau 7 - 8 4-5 atau 8 - 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	7
KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40 25-40 10-25 <10	1 0,75 0,5 0,1	20.22

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60 30 - 40 atau 60 – 70 15 - 30 atau 70 – 80 <15	1 0,75 0,5 0,1	26.35
	Kemantapan Agregat (Poerwowidodo, 1992)	%	100 – 90 80 – 50 0 – 40	1 0,5 0,1	40
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 – 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.70
	Cr Total (Srivasta dan	ppm	< 5 5-10	1 0,5	1.48

	Gupta, 1996)		<10	0,1	
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	g/cm ³	<1,2 1,2 - 1,36 1,35 - 1,5 >1,5	1 0,75 0,5 0,1	1.18
	POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	<20 15 – 20 15 – 10 <10	1 0,75 0,5 0,1	24.65
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 - 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.70
	pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6 – 7 5 - 6 atau 7 – 8 4 - 5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	7

Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian.

Lampiran 11. Mathcing antara Data Penelitian dengan Skor (Kontrol Luar)

Fungsi Tanah	Indikator	Satuan	Batas Penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Peranan Tanah Sebagai Pemasok Nutrisi	N tersedia (Wander <i>et.al.</i> , 2002)	ppm	30 – 90	1	32.40
			10 - 30 atau 90 – 120	0,75	
			5 - 10 atau 120 – 150	0,5	
			<5 atau >150	0,1	
	P ₂ O ₅ (Balai Penelitian Tanah,	ppm	>15	1	42.52
11-15			0,75		
8-11			0,5		
5-8			0,25		

2005)		<5	0,1	
K ₂ O (Balai Penelitian Tanah, 2005)	mg/100g	>60 40- 60 20- 40 5 – 20 <5	1 0,75 0,5 0,25 0,1	122.69
C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1-2 2-3 3-5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1	2.90
pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6-7 5 - 6 atau 7 – 8 4-5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1	6
KTK (Balai Penelitian Tanah, 2005)	me/gr	>40 25-40 10-25 <10	1 0,75 0,5 0,1	45.24

Fungsi tanah	Indikator	Satuan	Batas penilaian	Skor	Hasil Penelitian
Keadaan Air Tanah	Porositas (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	40 – 60 30 - 40 atau 60 – 70 15 - 30 atau 70 – 80	1 0,75 0,5	32.50

		<15	0,1	
	Kemantapan Agregat (Poerwowidodo, 1992)	%	100 – 90 80 – 50 0 – 40	1 0,5 0,1 30
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 – 2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1 2.90
	Cr Total (Srivasta dan Gupta, 1996)	ppm	< 5 5-10 <10	1 0,5 0,1 0.2
Lingkungan Perakaran	Berat volume (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	g/cm ³	<1,2 1,2 - 1,36 1,35 - 1,5 >1,5	1 0,75 0,5 0,1 1.15
	POM (5-15 cm) (Wander, <i>et.al.</i> , 2002)	%	<20 15 – 20 15 – 10 <10	1 0,75 0,5 0,1 26.46
	C organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)	%	<1 1 -2 2 – 3 3 – 5 >5	0,1 0,25 0,5 0,75 1 2.90
	pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	-	6 – 7 5 - 6 atau 7 – 8 4 - 5 atau 8 – 9 <4 atau >9	1 0,75 0,5 0,1 6

Sumber: Metode Penentuan Indeks Kualitas Tanah Wander, *et.al.* (2002) dengan penyesuaian.

Lampiran 12. Foto-foto penelitian



Gambar 12.1. Salah satu lokasi penelitian (SPT 2)



Gambar 12.2. Pengambilan sampel



Gambar 12.3. Analisis laboratorium

