



**PENGARUH LIMBAH CAIR PABRIK GULA TERHADAP BEBERAPA
SIFAT TANAH DI LAHAN SAWAH DESA SUKOKERTO KECAMATAN
PAJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**

SKRIPSI

Oleh:

ANDY PRASETYO

131510501245

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENGARUH LIMBAH CAIR PABRIK GULA TERHADAP BEBERAPA
SIFAT TANAH DI LAHAN SAWAH DESA SUKOKERTO KECAMATAN
PAJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**

SKRIPSI

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

Oleh

**ANDY PRASETYO
NIM 131510501248**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Asmawati dan Ayahanda Moch Sohib atas segala usaha dan semangat serta doa yang tidak ada henti-hentinya demi kesuksesanku.
2. Seluruh keluarga yang telah membantu dan memberikan dukungan moril maupun materi kepada saya.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

"Sesuatu mungkin mendatangi mereka yang mau menunggu, namun hanya didapatkan oleh mereka yang bersemangat mengejarnya"

(Abraham Lincoln)

"Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat"

(Winston Churchill)

"Pekerjaan besar tidak dihasilkan dari kekuatan, melainkan oleh ketekunan"

(Samuel Johnson)

"Berkaca lah pada spion walaupun selalu menghadap belakang namun tidak pernah melangkah ke belakang"

(Andy Prasetyo)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andy Prasetyo

NIM : 131510501245

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Beberapa Sifat Tanah Di Lahan Sawah Desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 12 Juli 2018
yang menyatakan.

Andy Prasetyo
NIM. 131510501245

SKRIPSI

**PENGARUH LIMBAH CAIR PABRIK GULA TERHADAP BEBERAPA
SIFAT TANAH DI LAHAN SAWAH DESA SUKOKERTO KECAMATAN
PAJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**

Oleh :

ANDY PRASETYO
NIM 131510501245

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Tri Candra S. MSi
NIP. 196505231993022001

Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Cahyoadi Bowo
NIP. 196103161989021001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Beberapa Sifat Tanah Di Lahan Sawah Desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 12 Juli 2018
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Tri Candra S., MSi
NIP. 196505231993022001

Dosen Penguji 1,

Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si
NIP. 196403221989031001

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Cahyadi Bowo
NIP. 196103161989021001

Dosen Penguji II,

Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS
NIP. 195511131983031001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D
NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

Pengaruh Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Beberapa Sifat Tanah Di Lahan Sawah Desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo; Andy Prasetyo; 131510501245; 2018; 61 halaman; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Tebu merupakan bahan baku pembuatan gula (gula kristal putih, white sugar plantation) dalam industri pabrik gula. Pabrik gula selalu mengeluarkan limbah yang berbentuk cairan, padatan dan gas. Limbah merupakan suatu zat, energi, dan atau komponen lain yang dikeluarkan atau dibuang akibat sesuatu kegiatan baik industri maupun non-industri. Limbah yang dihasilkan dari industri dapat berupa kepulan asap, reaksi kimia, kepulan asap, kebisingan serta lain sebagainya. Salah satu limbah industri yakni berupa limbah cair. Air limbah industri merupakan air yang berasal dari rangkaian proses produksi dengan kandungan komponen yang berasal dari proses produksi itu dan apabila dibuang kelingkungan tanpa pengelolaan yang benar tentunya akan dapat mengganggu. Limbah yang dibuang dan melalui areal di lahan sawah, maka akan menimbulkan dampak secara langsung dan tidak langsung termasuk terhadap pertumbuhan tanaman.

Tanah merupakan salah satu komponen penting selain air. Tanah memberikan peran penting dalam kehidupan pertumbuhan makhluk hidup terlebih pada bidang pertanian. Ketika tanah tercemar oleh suatu zat berbahaya atau beracun dari pembuangan limbah yang terus menerus maka zat tersebut dapat menguap, tersapu air hujan ataupun masuk kedalam tanah. Hal ini akan mempengaruhi karakteristik sifat tanah khususnya pada tingkat kesuburan tanah tersebut yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tanah yang benar-benar subur adalah apabila didukung oleh faktor-faktor pertumbuhan. Komponen kimia tanah berperan besar terhadap menentukan ciri dan sifat tanah dan status kesuburan tanah tersebut. Selain itu, sifat kimia tanah berperan dalam menjelaskan serta menentukan reaksi-reaksi kimia yang

menyangkut dalam masalah ketersediaan unsur hara bagi tanaman tersebut. Selain itu sifat fisika tanah ikut mempengaruhi tingkat kesuburan tanah tersebut. Keadaan fisika tanah meliputi, tekstur, kelembaban, struktur, kedalaman efektif, dan tata udara tanah. Sifat-sifat tanah tersebut berpengaruh terhadap kondisi fisik tanah dalam menentukan penetrasi akat di dalam tanah, drainase, retensi air, aerasi, dan nutrisi tanaman. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik gula tersebut terhadap tanah lahan sawah.

Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2017 – Maret 2018, di laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah, laboratorium kesuburan tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember dan pengambilan sampel di lahan sawah desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo. Pengambilan peta dilakukan berdasarkan titik GPS yang telah dilakukan sebelumnya. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 10 titik yang telah ditentukan dan dilakukan dua kali ulangan yakni sebelum pabrik gula memproduksi dan setelah pabrik gula memproduksi. Pengambilan sampel air juga dilakukan berdasarkan titik GPS yang telah ditentukan. Data hasil analisis laboratoirum akan dilakukan olah data menggunakan uji-t (Paired t test sampel) yang kemudian akan dilanjutkan dengan analisis uji korelasi untuk mengetahui hubungan antar variabel.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nilai yang ditunjukkan pada tiap variabel akibat adanya pengaruh limbah. Hasil menunjukkan karakteristik limbah juga menunjukkan bahwa kandungan limbah masih dibawah ambang yang telah ditetapkan. Limbah pabrik memberikan pengaruh nyata terhadap variabel penelitian. Hal ini ditunjukkan melalui hasil analisis tanah sebelum pabrik memproduksi dan sesudah pabrik memproduksi dimana limbah pabrik mampu menaikkan properti tanah. Limbah berpengaruh terhadap beberapa sifat tanah yakni pH, Kapasitas Tukar Kation, N-Total, C-organik, P-Tersedia, dan K-dd tanah.

SUMMARY

The Influence Of Liquid Waste Of Sugar Factory Towards Some Of Soil Characteristic In Sukokerto Fields, Pajarakan District Probolinggo Regency; Andy Prasetyo; 131510501245; 2018; 61 pages; Agrotechnology Department; Agriculture Faculty of Jember University.

Sugar cane is the main ingredient of making sugar (white crystal sugar, white sugar plantation) in sugar factory industry. Sugar factory always produce waste in the form of liquid, solids and gas. Waste is a substance, energy and or other components that produced or being thrown out because of some activity whether it is industry as well as non-industry. Waste that being produced from industry can be in the form of smoke, chemical reaction, noises, etc. One of industry waste is liquid waste. The water of industry waste is a water that come from series of production processes with component content that come from the production processes and if it is thrown out to an environment without being treated first it will harm the environment. Waste that being thrown out and go through the area of paddy fields will cause direct impact and non-direct impact toward the growth of plant.

Soil is also one of important component beside water. Soil give an important role in the growth of living things, especially toward agriculture sector. If the soil continued tainted with dangerous substances or poisonous from the waste, the important component will evaporate, washed away by rain, or else will sink into the soil. This will affect the characteristic of soil, especially at the fertility level that will affect into the growth of plant.

Soil that have good level of fertility is the one supported by several growth factors. Chemical components of soil give a big role to determine the characteristics of soil and the status of soil fertility. Beside, chemical characteristic play a role to explain and determine chemical reactions that involve with the problem availability of nutrient for the plant. On the other hand, physical characteristic of soil also affected the level of fertility of the soil. The physic condition of soil covers texture, humidity, structure, effective depth, and the

orders of air soil. Those soil characteristic influence soil physics condition to determine soil penetration inside the soil, drainage, water retention, aeration, and the nutrition of plant. The purpose of this research is to know the influence of waste that produce by the sugar factory toward paddy fields.

This research conducted at March 2017 – March 2018, in physic and soil conservation laboratory, soil fertility laboratory, Faculty Of Agriculture, University of Jember and the sample took in paddy field in Sukokerto village, Pajarakan district, Probolinggo regency, the maps being taken based on GPS point that have been done before. The sample of the soil done in 10 points that have been decided on and have been done twice before the sugar factory operated and after the sugar factory operated. The sample of water also done based on GPS point that have been decided on. The analysis data from laboratory will be processed using uji-t (paired t test sample) that later will be continued with analysis of correlation test to know the relation of both variable.

The result of this research shows there was a different in value that shown toward each variable that caused by the influence of waste. This result shows that factory waste gives real influence to the research variable. It is shown by the result of soil analysis before the factory operated and after the factory operated, where the factory waste able to increase soil property. Waste significantly influence some of soil characteristics namely pH, cation exchange capacity, total of N, C-organic, available of P, and potassium of soil can be exchanged.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Beberapa Sifat Tanah Di Lahan Sawah Desa Sukokerto Kecamatan Pajajaran Kabupaten Probolinggo”** dengan baik.

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

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Joko Sudibya, M.Si selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Tri Candra S. MSi selaku Dosen Pembimbing Utama; Dr. Ir. Cahyoadi Bowo selaku Dosen Pembimbing Anggota; Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Ir. Hartadi, MS selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Orang tua ku Ibunda Asmawati dan Ayahanda Moch. Sohib serta Kakakku Nur Meining Wahyuni yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan penelitian sekaligus sahabatku mulai dari yang senior hingga junior atas suka duka, bantuan, motivasi dan masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman Agrotek E, Grup SS, Jember University Karate Club, Soil Underground, IMAGRO, HIMAHITA, KKN Bondowoso Kec. Cerme, Magang Profesi di Dinas Kehutanan Kab. Lumajang Jawa Timur, dan

Agroteknologi 2013 yang telah menemani, memberikan semangat dan dukungan kepada saya.

9. Teknisi laboratorium yaitu Pak Cacuk, Pak Jimmy, Alm. Pak Koko, Pak Ilham dan Mas Samsul yang banyak membantu dan memberi masukan dalam penyelesaian penelitian saya.
10. Teman-teman satu kos Astra dan Teman manta kosan Kalimantan X terutama mas Aditya Firmansyah semoga sukses selalu serta semoga selalu diberi kesehatan.
11. Teman masa kecil dan sepermainan sekaligus tetangga dekat Gilang Bayu Lesmana dan Kakak tingkat yang telah banyak membantu
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Jember, 12 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

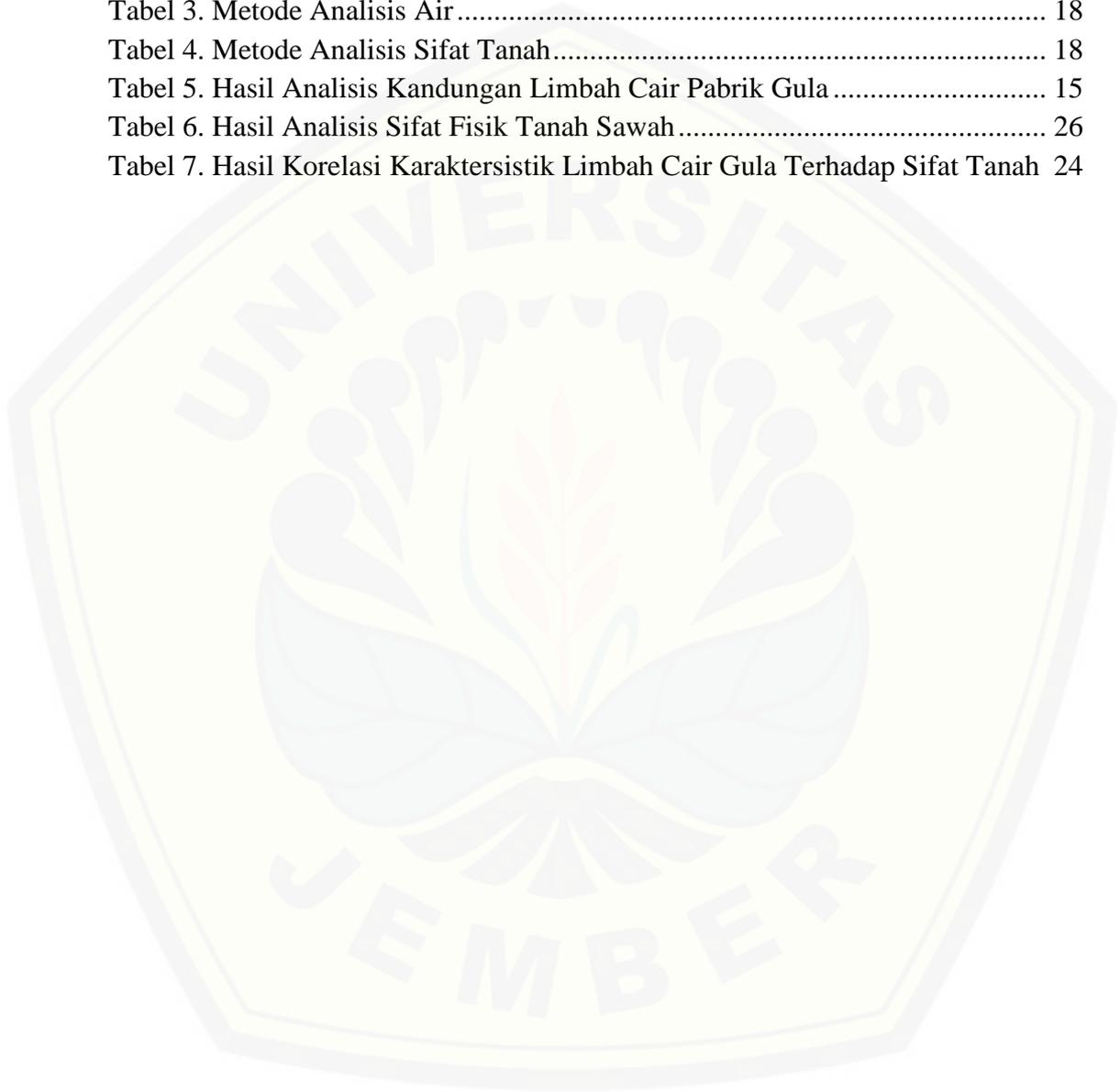
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
SKRIPSI.....	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah	4
2.2 Limbah Cair Pabrik Gula	4
2.3 Proses Pembuatan Gula.....	5
2.3.1 Penggilingan.....	6
2.3.2 Pemurnian	6
2.3.3 Penguapan	7
2.3.4 Kristalisasi.....	8
2.3.5 Pemisahan (Centrifugal Process)	8
2.3.6 Packing.....	9
2.4 Sifat-Sifat Tanah	9

2.4.1 Berat Volume/Berat Isi	9
2.4.2 Porositas	10
2.4.3 Kekuatan/Kepadatan Tanah	10
2.4.4 Tekstur Tanah.....	10
2.4.5 Nitrogen Tanah (N-Total)	11
2.4.6 Fosfor (P-Tersedia)	12
2.4.7 Kalium (K-dd).....	12
2.4.8 Derajat Kemasaman (pH).....	13
2.4.9 Kapasitas Tukar Kation.....	13
2.4.10 Bahan Organik	14
2.5 Harkat Kesuburan.....	15
2.6 Hipotesis.....	15
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2.1 Tempat Penelitian.....	16
3.2.2 Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.2.1 Alat Penelitian.....	16
3.2.2 Bahan Penelitian.....	17
3.3 Metode Penelitian.....	17
3.3.1 Pengambilan Sampel Air.....	17
3.3.2 Pengambilan Sampel Tanah.....	17
3.4 Analisis Contah Air dan Tanah	18
3.4.1 Analisis Air	18
3.4.2 Analisis Tanah.....	18
3.5 Penentuan Titik Pengambilan Sampel	19
3.6 Layout Wilayah.....	20
3.7 Pengolahan Data.....	21
3.8 Pelaksanaan Penelitian	21
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24

4.1 Karakteristik Limbah Pabrik Gula	24
4.2 Sifat Fisik Tanah	26
4.2.1 Tekstur Tanah.....	27
4.2.2 Berat Volume	27
4.2.3 Porositas Tanah	28
4.2.4 Kepadatan Tanah.....	28
4.3 Sifat Kimia Tanah	29
4.3.1 pH Tanah.....	29
4.3.2 Kapasitas Tukar Kation.....	32
4.3.3 C-organik Tanah.....	35
4.3.4 Nitrogen (N-total).....	40
4.3.2 Fosfor (P-tersedia).....	41
4.3.3 Kalium (K-dd).....	44
4.5 Hubungan Korelasi antara Karakteristik Limbah Cair Pabrik Gul Terhadap Beberapa Sifat Tanah	47
4.6 Pembahasan	49
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Air Limbah Industri Gula.....	5
Tabel 2. Harkat Kesuburan Tanah	15
Tabel 3. Metode Analisis Air	18
Tabel 4. Metode Analisis Sifat Tanah.....	18
Tabel 5. Hasil Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Gula	15
Tabel 6. Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah Sawah.....	26
Tabel 7. Hasil Korelasi Karaktersistik Limbah Cair Gula Terhadap Sifat Tanah	24



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Pembuatan Gula Secara Umum	6
Gambar 2. Peta Titik Observasi Plot Sampling Survey	19
Gambar 3. Hasil Analisis Derajat Kemasaman (pH) Tanah Sawah.....	29
Gambar 4. Peta Sebaran pH pada Lahan Sawah Desa Sukokerto.....	31
Gambar 5. Hasil Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah Sawah.....	32
Gambar 6. Peta Sebaran KTK Tanah pada Lahan Sawah Desa Sukokerto	34
Gambar 7. Hasil Analisis C-Organik Tanah Sawah.....	35
Gambar 8. Peta Sebaran C-organik pada Lahan Sawah Desa Sukokerto	37
Gambar 9. Hasil Analisis N-Total Tanah Sawah	38
Gambar 10. Peta Sebaran Nitrogen (N-Total) pada Lahan Sawah Desa Sukokerto	40
Gambar 11. Hasil Analisis P-Tersedia Tanah Sawah	42
Gambar 12. Peta Sebaran Fosfor (P_2O_5) pada Lahan Sawah Desa Sukokerto.....	43
Gambar 13. Hasil Analisis K-dd Tanah Sawah	44
Gambar 14. Peta Sebaran Kalium (K-dd) pada Lahan Sawah Desa Sukokerto....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumetasi Pengambilan Sampel Tanah	59
Lampiran 2. Baku Mutu Limbah Cair SK. Gubernur Jatim No. 45/2002.....	60
Lampiran 3. Hasil Analisis Uji T	61



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu merupakan bahan baku pembuatan gula (gula kristal putih, white sugar plantation) dalam industri pabrik gula. Pabrik gula selalu mengeluarkan limbah yang berbentuk cairan, padatan dan gas. Limbah cair meliputi cairan bekas analisa di laboratorium dan luberan bahan olah yang tidak disengaja dalam operasionalnya setiap musim giling (setahun). Limbah padat meliputi ampas tebu, abu dan debu hasil pembakaran ampas di ketel, padatan bekas analisa laboratorium, blotong dan tetes. Limbah gas meliputi gas cerobong ketel dan gas SO₂ dari cerobong reaktor pemurnian cara sulfitasi.

Limbah merupakan suatu zat, energi, dan atau komponen lain yang dikeluarkan atau dibuang akibat sesuatu kegiatan baik industri maupun non-industri. Harmayati dkk. (2007) menyatakan, buangan industri merupakan suatu bahan buangan dari hasil proses produksi industri yang dapat berbentuk benda padat, cair maupun gas yang dapat menimbulkan pencemaran. Sedangkan buangan non-industri adalah bahan buangan sebagai hasil sampingan bukan dari industri, melainkan berasal dari rumah tangga, kantor, restoran, tempat hiburan, pasar, pertokoan, rumah sakit dan lain-lain yang dapat menimbulkan pencemaran.

Limbah yang dihasilkan dari industri dapat berupa kepulan asap, reaksi kimia, kepulan asap, kebisingan serta lain sebagainya. Salah satu limbah industri yakni berupa limbah cair. Moertinah (2010), menyatakan air limbah industri merupakan air yang berasal dari rangkaian proses produksi dengan kandungan komponen yang berasal dari proses produksi itu dan apabila dibuang kelingkungan tanpa pengelolaan yang benar tentunya akan dapat mengganggu. Limbah yang dibuang dan melalui areal di lahan sawah, maka akan menimbulkan dampak secara langsung dan tidak langsung termasuk terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nath *et. al* (2011), menyatakan bahwa limbah pabrik gula mempengaruhi pertumbuhan dan

perkecambahan benih Gram (*Cicer arietinum*). Selain itu limbah yang dibuang juga akan mempengaruhi karakteristik sifat tanah.

Tanah merupakan salah satu komponen penting selain air. Tanah memberikan peran penting dalam kehidupan pertumbuhan makhluk hidup terlebih pada bidang pertanian. Ketika tanah tercemar oleh suatu zat berbahaya atau beracun dari pembuangan limbah yang terus menerus maka zat tersebut dapat menguap, tersapu air hujan ataupun masuk kedalam tanah. Hal ini akan mempengaruhi karakteristik sifat tanah khususnya pada tingkat kesuburan tanah tersebut yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kesuburan tanah merupakan potensi tanah untuk menyediakan unsur hara yang diperlukan dalam bentuk yang tersedia serta seimbang untuk menjamin pertumbuhan tanaman yang maksimum. Selain dari pada itu untuk menyebutkan bahwa apakah status tanah itu subur atau tidak subur, maka haruslah dikaitkan dengan karakteristik tanahnya, karena bisa saja tanah itu subur secara fisik tetapi secara kimia tidak dan sebaliknya. Utami dkk (2014) menyatakan, parameter dari kesuburan tanah (pH tanah, kadar bahan organik, N total, P tersedia dan K tersedia) merupakan faktor penting yang hubungannya dengan, produksi tanaman, pertumbuhan tanaman, keragaman dan fungsi mikroorganisme tanah. Ketersediaan nutrisi yang optimal dalam produksi tanaman untuk kebutuhan pertumbuhan serta berkembangnya dapat dicapai melalui aplikasi pemupukan.

Tanah yang benar-benar subur adalah apabila didukung oleh faktor-faktor pertumbuhan. Komponen kimia tanah berperan besar terhadap menentukan ciri dan sifat tanah dan status kesuburan tanah tersebut. Selain itu, sifat kimia tanah berperan dalam menjelaskan serta menentukan reaksi-reaksi kimia yang menyangkut dalam masalah ketersediaan unsur hara bagi tanaman tersebut. Selain itu sifat fisika tanah ikut mempengaruhi tingkat kesuburan tanah tersebut. Keadaan fisika tanah meliputi, tekstur, kelembaban, struktur, kedalaman efektif, dan tata udara tanah. Sifat-sifat tanah tersebut berpengaruh terhadap kondisi fisik tanah dalam menentukan penetrasi akar di dalam tanah, drainase, retensi air, aerasi, dan nutrisi tanaman. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui

apakah ada pengaruh dari limbah pabrik gula yang dihasilkan terhadap karakteristik tanah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik limbah cair pabrik gula berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air
2. Apakah ada pengaruh dari limbah pabrik gula tersebut terhadap perubahan beberapa sifat tanah di lahan sawah Desa Sukokerto Kabupaten Probolinggo.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui karakteristik limbah pabrik gula tersebut berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air
2. Untuk mengetahui pengaruh oleh limbah pabrik gula terhadap tanah lahan sawah di Desa Sukokerto Kabupaten Probolinggo yang dialiri oleh limbah pabrik.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Dapat mengetahui bagi masyarakat tentang tingkat kesuburan tanah melalui sifat fisik dan kimia lahan sawah di Desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo yang dialiri oleh limbah pabrik.
2. Dapat mengetahui pengaruh dari limbah pabrik gula terhadap sifat tanah di lahan sawah Desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo.
3. Sebagai wadah informasi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah adalah suatu bahan hasil dari proses aktivitas manusia seringkali tidak dipergunakan kembali. Limbah yang dihasilkan tersebut dapat memiliki nilai ekonomi yang kecil bahkan bersifat merugikan. Limbah yang memiliki sifat merugikan tersebut dikarenakan dapat mencemari lingkungan dan penanganannya memerlukan biaya yang besar, namun limbah juga bisa bersifat menguntungkan jika dilakukan pemanfaatan dan pengelolaan yang benar (Rahmanto, 2011). Menurut Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2009), limbah dapat diartikan sebagai sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Salah satu jenis limbah adalah limbah cair. Limbah cair merupakan air yang membawa sampah dari bisnis, industri dan rumah. Komponen limbah cair sendiri terdiri atas limbah cair domestik, limbah cair rebusan dan luapan, serta limbah cair industri.

2.2 Limbah Cair Pabrik Gula

Salah satu bentuk limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri contohnya pabrik gula. Pabrik gula merupakan suatu industri yang mengolah tebu menjadi gula. Pabrik gula dapat menghasilkan limbah dalam berbagai bentuk tak terkecuali limbah cair. Limbah cair biasanya berasal dari air cucian, pendinginan, tumpahan nira dan tetes. Secara umum, proses giling pabrik gula di Indonesia dilakukan pada saat musim kemarau dimana debit air sungai rendah. Selama proses produksi, selain menghasilkan gula sebagai produk utamanya juga menghasilkan produk sampingan. Menurut Qureshi *et. al.* (2015), mengatakan sebagian besar bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan gula bersifat racun dan jika tidak ditangani dengan baik pada akhirnya akan masuk ke dalam sungai yang membuat rendahnya kualitas air. Selain itu, bahan kimia tersebut jika tidak ditangani dengan benar akan membuat terjadinya degradasi lahan atau tanah.

Limbah cair pabrik gula berguna bagi tanaman karena mengandung unsur hara bagi pertumbuhan tanaman yaitu N, P, K, Ca dan Mg, Al (Yani dkk., 2012). Menurut Hampavar *et. al.*, tinggi rendahnya kandungan air limbah industri gula bergantung pada tiap-tiap pabrik akan tetapi secara umum kandungan air limbah pabrik disajikan dalam tabel berikut :

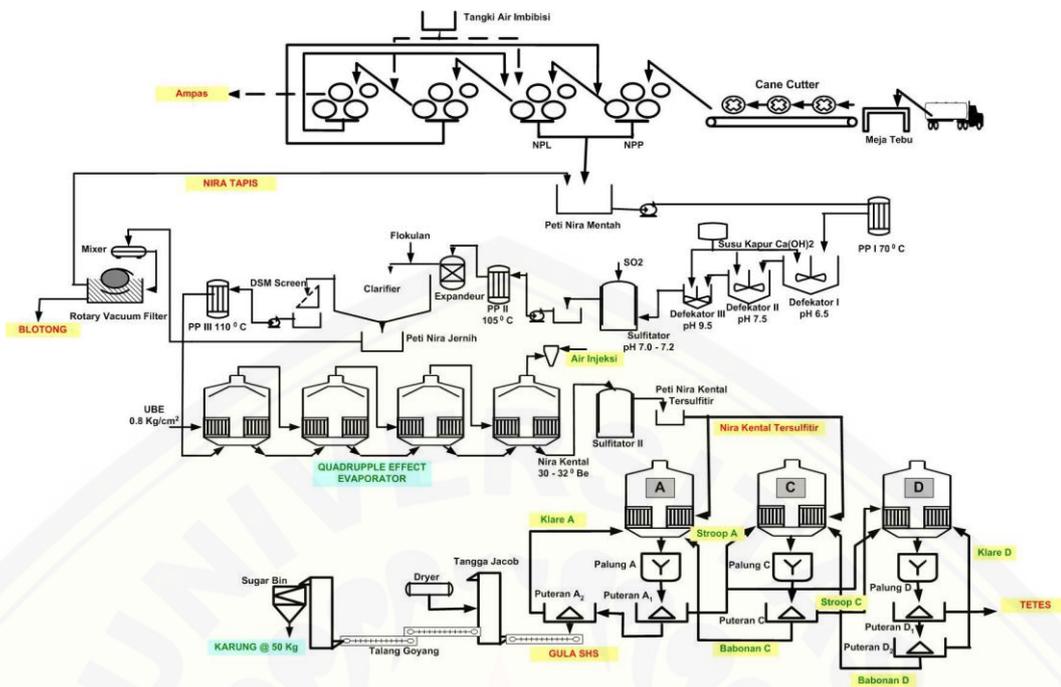
Tabel 1. Karakteristik Air Limbah Industri Gula

Parameter	Konsentrasi
pH	5,2-6,5
Warna	Kuning kecoklatan
Total Suspended Solid/TSS (mg/l)	760-800
Volatile Suspended Solids/VSS (mg/l)	173-2190
Total Kjeldahl nitrogen/TKN (mg/l)	15-40
Pospor (mg/l)	1,3-2,5
COD (mg/l)	1000-4340
BOD (mg/l)	350-2750
P ₂ O ₅ (%)	0,28
K ₂ O (%)	3,50
Senyawa N, asam bebas dan terikat	10

Sumber : Hampannavar *et al.*, 2010

2.3 Proses Pembuatan Gula

Proses pembuatan gula yang berasal dari tebu dilakukan beberapa tahapan. Secara umum proses pembuatan gula ini terbagi menjadi 6 tahapan yakni proses pemerahan (gilingan), pemurnian, penguapan, kristalisasi, pemisahan dan penyelesaian (sugar handling). Tahapan proses pembuatan gula dapat dari tebu dapat lihat di diagram di bawah :



Gambar 1. Proses Pembuatan Gula Secara Umum

2.3.1 Penggilingan

Langkah pertama dalam proses pembuatan gula adalah pemerahan tebu di gilingan. Tebu yang telah ditebang sebelumnya dicacah dengan alat pencacah tebu. Tebu yang telah di cacah dan diperah akan menghasilkan “nira” serta “ampas”. Nira yang mengandung gula selanjutnya di proses lebih lanjut pada proses pemurnian, sedangkan ampasnya akan digunakan pada berbagai macam keperluan.

2.3.2 Pemurnian

Tebu yang telah diperah menghasilkan “nira mentah” (raw juice), selanjutnya dilakukan pemurnian.. Proses pemurnian dilakukan dengan 2 cara yakni secara fisis ataupun secara kimiawi. Proses pemurnian secara fisis dilakukan dengan cara penyaringan sedangkan secara kimia melalui pemanasan, dan pemberian bahan pengendap. Proses pemurnian nira terbagi tiga tahap proses yakni : Defekasi, Sulfitasi, Karbonatasi. Sebagian besar pabrik gula di Indonesia masih menggunakan proses sulfitasi dalam memurnikan nira. Tahap pertama proses sulfitasi yakni nira mentah dipanaskan terlebih dahulu dengan heat

exchanger sehingga suhunya naik menjadi 700 C. Selanjutnya nira dialirkan kedalam defekator yang telah dicampur susu kapur. Susu kapur ini berfungsi untuk membentuk inti endapan sehingga dapat menyerap bahan-bahan yang bukan gula yang ada didalam nira sehingga terbentuk endapan yang lebih besar. Proses defekasi ini dilakukan secara bertahap (3 kali) sehingga akan diperoleh pH 8.5 – 10.

Nira setelah itu dialirkan kedalam sulfitor, selanjutnya direaksikan dengan gas SO_2 . Reaksi ini nantinya akan membentuk endapan CaSO_3 , yang berguna dalam memperkuat endapan sehingga endapan tersebut tidak mudah pecah, dan pH akhir dari reaksi ini yakni berkisar 7 (netral). Tahap akhir proses pemurnian yakni nira selanjutnya dialirkan kedalam bejana pengendap (clarifier) sehingga akan diperoleh nira jernih serta bagian yang terendapkan adalah nira kotor. Nira yang jernih nantinya dialirkan akan diproses lebih lanjut (proses penguapan), sedangkan nira kotor diolah dengan rotary vacuum filter menghasilkan nira tapis dan blotong.

2.3.3 Penguapan

Hasil dari proses pemurnian adalah “nira jernih” (clear juice) selanjutnya dalam proses pengolahan gula adalah proses penguapan. Penguapan dilakukan dalam bejana evaporator. Tujuan dari penguapan nira jernih adalah untuk menaikkan konsentrasi dari nira mendekati konsentrasi jenuhnya. Proses penguapan dilakukan dengan multiple effect evaporator.. Sistem multiple effect evaporator terdiri dari 3 buah evaporator atau lebih yang telah dipasang secara seri. Namun biasanya di dalam pabrik gula menggunakan 4 (quadruple) atau 5 (quintuple) buah evaporator.

Proses pertama dalam tahapan ini air yang terkandung di dalam nira diuapkan. Uap baru digunakan pada mesin evaporator badan I sedangkan dalam proses penguapan selanjutnya di evaporator badan selanjutnya menggunakan uap hasil dari evaporator badan I. Penguapan dilakukan pada kondisi vakum dengan pertimbangan bertujuan untuk menurunkan titik didih dari nira tersebut. Hal ini dilakukan karena nira pada suhu $> 125^{\circ}\text{C}$ akan mengalami kerusakan. Dengan

kondisi vakum maka titik didih nira akan berubah menjadi 70°C . Hasil dari proses penguapan adalah "nira kental".

2.3.4 Kristalisasi

Proses kristalisasi yakni proses pembentukan kristal gula. Nira kental direaksikan dengan gas SO_2 terlebih dahulu untuk sebagai bleaching serta gunanya menurunkan viskositas masakan (nira) sebelum dilakukan proses kristalisasi dalam pan masak (crystallizer). Proses kristalisasi gulanantinya akan dikenal sebagai sistem masak ACD, ABCD, ataupun ABC. Tingkat masakan (kristalisasi) atau kematangan tergantung pada tingkat kemurnian nira kental tersebut. Apabila HK nira kental $> 85\%$ dilakukan empat tingkat masakan (ABCD) sedangkan jika HK nira kental $< 85\%$ dilakukan dengan tiga tingkat masakan (ACD)..

Proses awal dari proses kristalisasi yakni menarik masakan (nira pekat) agar airnya nanti diuapkan hingga mendekati kondisi jenuhnya. Pemekatan yang dilakukan secara terus menerus mengakibatkan koefisien kejenuhannya meningkat. Ketika pada saat keadaan jenuh lewat akan terbentuk pola kristal sukrosa. Langkah selanjutnya yakni membuat bibit dengan memasukkan bibit gula kedalam pan masak serta dilakukan proses pembesaran kristal. Selama proses ini kristal harus dijaga kondisinya agar tidak sampai larut kembali atau terbentuk tidak beraturan.

Larutan yang telah dimasak secara cukup dialirkan ke dalam palung pendingin (receiver) untuk proses Na – Kristalisasi. Tujuan dari palung pendingin ini bertujuan untuk melanjutkan proses kristalisasi sebelumnya yang terbentuk didalam pan masak. Adanya pendinginan di palung pendingin menyebabkan suhu masakan menjadi turun dan kejenuhan naik sehingga dapat mendorong menempelnya sukrosa pada kristal yang telah terbentuk.

2.3.5. Pemisahan (Centrifugal Process)

Proses pemisahan kristal gula dari larutannya menggunakan alat centrifuge atau puteran. Alat puteran ini dilengkapi dengan saringan. Cara

kerja alat ini yakni menggunakan gaya sentrifugal sehingga masakan diputar dan strop atau larutan akan tersaring dan kristal gula tertinggal dalam puteran. Hasil dari proses ini yaitu gula kristal dan tetes. Gula kristal selanjutnya didinginkan dan dikeringakan untuk menurunkan kadar airnya, sedangkan tetes nya di pindahkan ke dalam tangki tetes untuk di jual.

2.3.6. Proses Packing

Gula Produk hasil dari proses pemisahan sebelumnya selanjutnya dikeringkan di dalam talang goyang dan ditambahkan hembusan uap kering. Setelah proses pengeringan dilakukan, gula selanjutnya ditampung di dalam sugar bin, dan dilakukan proses pengemasan atau pengepakan dalam sak. Gula yang telah berada di dalam sak plastik tidak diperkenankan untuk dijahit langsung, melainkan dibuka terlebih dahulu dulu agar temperatur gula didalam sak plastik mengalami penurunan. Gula yang dinyatakan telah dingin di dalam plastik kemudian dijahit..

2.4 Sifat-Sifat Tanah

2.4.1 Berat Volume/Berat Isi Tanah

Berat volume tanah atau isi tanah erat merupakan salah satu sifat fisik tanah yang erat kaitannya dengan penetrasi akar di dalam tanah, aerasi tanah, serta drainase dan sifat fisik tanah lainnya. Nilai dari berat isi tanah bervariasi antara titik satu dengan yang titik lainnya karena tekstur tanah, jenis fauna tanah, kandungan bahan organik, serta kedalaman tanah dan kadar air tanah (Djunaedi, 2008). Berat volume tanah dipengaruhi oleh struktur tanah, bagian rongga pori tanah, aktivitas mikroorganisme, pertumbuhan akar dan peningkatan bahan organik. Makin tinggi pemberian bahan organik ke dalam tanah maka secara tidak langsung akan membuat berat volume akan semakin rendah, berkisar antara 1,0 sampai 1,3 g.cm³. Pengukuran berat volume tanah dapat dilakukan dengan secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung berat volume tanah menggunakan contoh tanah utuh sedangkan secara tidak langsung atau pendugaan melalui pengukuran sifat-sifat tanah yang berhubungan dengannya (Hermawan, 2001).

2.4.2 Porositas

Porositas tanah merupakan ruang volume seluruh pori-pori mikro dan makro di dalam tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara serta dinyatakan dalam persentase volume tanah di lapangan. Tanah yang memiliki nilai porositas yang baik adalah tanah yang porositasnya besar sehingga perakaran tanaman muda menembus tanah. Semakin besar suatu nilai porositas total tanah, hal ini menunjukkan kemampuan daya simpan air secara maksimum oleh tanah tersebut semakin besar pula. Kemampuan tanah dalam melewatkan udara dan air tidak selalu berkorelasi erat dengan nilai pori total (n)-nya, tetapi lebih dipengaruhi oleh persentase sebaran ukuran pori. Jika suatu tanah memiliki kemampuan menyimpan lengas yang rendah, hal ini menunjukkan jika sebaran ukuran pori suatu tanah didominasi oleh pori berukuran besar (pori makro) (Arifin, 2011).

2.4.3 Kekuatan Tanah

Sifat fisik tanah menyangkut pada berat jenis tanah, berat volume tanah, penyebaran pori dalam tanah, porositas tanah, kelembaban tanah, kemantapan agregat tanah, dan sebagainya. Salah satu sifat fisik tanah yakni kekuatan tanah. Menurut Haridjaja dkk. (2010), pemadatan tanah merupakan penyusunan partikel-partikel padatan di dalam tanah akibat adanya gaya tekan pada permukaan tanah yang menyebabkan ruang pori tanah menjadi sempit. Kekuatan tanah secara nyata mampu menurunkan volume, berat, panjang akar dan kerapatan, serta nisbah antara batang dan akar. Tingkat kekuatan tanah pada umumnya bernilai antara 2,6 sampai 2,75 gram per cm^3 serta tidak dapat berubah. Tanah yang memiliki nilai kekuatan rendah dapat menyimpan air lebih baik akan tetapi bukan berarti hal ini cocok untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Tanah dengan nilai kekuatan tinggi menunjukkan jika tanah tersebut memiliki tingkat kandungan pasir yang tinggi.

2.4.4 Tekstur Tanah

Tekstur merupakan perbandingan dari fraksi debu, liat, dan pasir dalam massa tanah yang ditentukan di laboratorium. Ketiga jenis fraksi tersebut

memiliki ukuran yang berbeda-beda. Partikel pasir mempunyai ukuran diameter paling besar yaitu sekitar antara 2 – 0.05 mm, fraksi debu dengan ukuran 0.05 – 0.002 mm dan ukuran fraksi liat dengan ukuran < 0.002 mm. Keadaan tekstur tanah sangat berpengaruh terhadap keadaan sifat-sifat tanah yang lain seperti struktur tanah, permeabilitas tanah, porositas dan lain-lain. Apabila tanah semakin halus butir-butirnya (semakin banyak butir liatnya), maka tanah tersebut akan semakin kuat dalam memegang atau mengikat air dan unsur hara. Sedangkan, tanah yang memiliki kandungan liat terlalu tinggi menjadikan tanah akan sulit diolah, dan jika tanah tersebut basah maka tanah tersebut menjadi lengket sehingga akan sulit melewatkan air (Arabia dkk., 2012a).

2.4.5 Nitrogen Total (N-Total)

Nitrogen merupakan unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman yang diserap oleh tanaman dalam jumlah terbanyak bila dibandingkan dengan unsur lain yang didapatkan dari tanah. Nitrogen (N) berperan dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Nitrogen (N). Selain itu, Nitrogen berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, meningkatkan jumlah anakan dan meningkatkan jumlah bulir atau rumpun serta menambah ukuran. Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman sebagai komponen utama dari asam amino, dan protein dalam proses pertumbuhan (Mukaromah dkk., 2013).

Secara garis besar, nitrogen dalam tanah dibagi menjadi dua bentuk, yaitu N-organik dan N-anorganik. Bentuk Norganik meliputi asam amino atau protein, asam amino bebas, gula amino, dan bentuk kompleks lainnya, sedangkan bentuk N-anorganik meliputi NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , N_2O , NO , dan N_2^- . N-organik keberadaannya lebih banyak dibandingkan dengan N-anorganik. Untuk dapat diserap oleh tanaman, N organik harus diubah atau didekomposisi menjadi N anorganik. Sumber nitrogen yang dapat diserap harus berada dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) (Usman, 2012).

2.4.6 Fosfor (P-Tersedia)

Fosfor merupakan salah satu unsur hara makro esensial yang memiliki peranan yang sangat penting dalam berbagai proses seperti fotosintesis, asimilasi, serta respirasi. Menurut Liferdi (2010) menyatakan, fosfor merupakan suatu komponen struktural dari beberapa sejumlah senyawa molekul pentansfer energi ADP, ATP, NAD, NADH, dan senyawa informasi genetik RNA serta DNA. Unsur fosfor dianggap salah satu kunci kehidupan. Hal ini karena fungsinya yang begitu sentral dalam proses kehidupannya.

Fosfor dalam tanah terdiri atas P organik dan anorganik. Fosfor organik dapat mencapai 0.2%. Fosfor anorganik terdapat dalam berbagai bentuk kombinasi dengan Fe, Al, Ca, F, dan unsur-unsur lainnya dengan kelarutan yang bervariasi. Fosfor anorganik merupakan P yang larut dari pupuk, air limbah, dan berbagai sumber lainnya dalam tanah, dan bereaksi membentuk senyawa-senyawa sukar larut. Berpindahannya P dari larutan tanah disebut retensi atau fiksasi P. Mekanisme retensi P yaitu, reaksi-reaksi pengendapan-pelarutan, sorpsi-desorpsi, dan mineralisasi-imobilisasi. Tanaman menyerap P dari dalam tanah terutama dalam bentuk anion ortofosfat primer H_2PO_4^- dan ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} . Tanaman lebih banyak menyerap ion P dalam bentuk H_2PO_4^- pada tanah pH masam dan ion HPO_4^{2-} pada tanah yang ber-pH alkalin (Kaya, 2012).

2.4.7 Kalium (K-Tersedia)

Kalium (K) merupakan salah satu unsur hara makro yang diperlukan dalam proses metabolisme tanaman serta dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak bagi tanaman dan biasanya menjadi pupuk dasar karena sifatnya yang cukup lama diserap oleh tanaman. Fungsi kalium bagi tanaman sangat berpengaruh pada perkembangan fisiologis dari tanaman tersebut, seperti mengatur membukanya stomata daun, membantu pengangkutan serta penyimpanan karbohidrat dan lain sebagainya (Salbilah dkk, 2013). Menurut Silahooy (2008), menyatakan bentuk kalium tersedia didalam tanah yang akan diserap tanaman adalah K yang mampu ditukar (K_{dd}) serta K larutan (K^+), dan sebagian kecil K tidak dapat ditukar. Tanaman akan menyerap K dari tanah dalam

bentuk ion K^+ . Bentuk K yang tersedia untuk tanaman dalam bentuk pupuk K yang larut dalam air berupa KCl, K_2SO_4 , KNO_3 , K-Mg-Sulfat-dan pupuk-pupuk majemuk. Ketersediaan Kalium didalam tanah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor kehilangan kalium itu sendiri dalam tanah serta adanya batuan atau mineral yang mengandung kalium. Semakin besar kehilangan kalium di dalam tanah maka akan mengakibatkan kalium yang tersedia untuk tanaman semakin berkurang.

2.4.8 Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Reaksi tanah dikatakan menunjukkan perimbangan antara konsentrasi asam-basa di dalam tanah yang menunjukkan sifat keasaman dan alkalinitas tanah. Nilai reaksi tanah dinyatakan sebagai pH. Semakin rendah nilai angkanya maka makin tinggi tingkat kemasamannya, sebaliknya jika makin tinggi nilai angkanya maka makin tinggi pula nilai alkalinitasnya. Bila didalam tanah ion H^+ lebih banyak dari OH^- , maka disebut masam ($pH < 7$). Jika ion H^+ sama dengan ion OH^- .maka disebut netral ($pH = 7$), sedangkan apabila ion OH^- lebih banyak dari pada ion H^+ maka disebut alkalin atau basa ($pH > 7$) (Arabia dkk., 2012b). Menurut Fahrussyah (2012) menyatakan nilai pH terdiri dari atas 2 jenis yaitu pH H_2O (aktual) dan pH KCL (potensial). pH aktual merupakan pH yang digunakan untuk mengukur atau mengetahui konsentrasi ion H^+ didalam tanah pada kondisi saat itu juga. Sedangkan pH potensial digunakan untuk mengetahui keberadaan mineral terubahkan didalam tanah. Mineral terubahkan dapat diketahui dengan mencari ΔpH yang diperoleh dari pengurangan nilai pH H_2O dengan pH KCL.

2.4.9 Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan banyaknya kation yang terjerap dipertukarkan oleh koloid tanah. Besarnya kadar KTK mengintimidasikan adanya peran penting koloid tanah dalam menyediakan serta mempertahankan keberadaan unsur hara di dalam tanah. Koloid tanah terdiri atas koloid organik (humus) serta koloid anorganik (liat), namun peningkatan KTK tanah terbesar dipengaruhi oleh koloid organik (Surya dkk., 2013). Nilai KTK bervariasi tergantung tipe dan jumlah koloid yang ada dalam tanah. Nilai KTK yang beragam dipengaruhi oleh

tekstur atau jumlah liat, jenis mineral liat, reaksi tanah atau pH, Bahan organik, serta pengapuran dan pemupukan. Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik dari pada tanah dengan KTK rendah. Karena unsur-unsur tersebut berada dalam kompleks jerapan tanah, maka unsur-unsur hara tersebut tidak mudah hilang atau tercuci oleh air.

2.4.10 Bahan Organik

Bahan organik memiliki peranan penting sebagai bahan memicu kesuburan tanah, baik secara langsung untuk memasok hara bagi tanaman serta sebagai sumber energi bagi organisme heterotrof (fauna dan mikroorganisme tanah). Bahan organik di tanah saat ini hanya berjumlah berkisar antara 2-5 %, Peningkatan aktivitas biologi tanah mampu mendorong terjadinya perbaikan kesuburan tanah, baik kesuburan secara fisik, kimia ataupun secara biologi tanah. Perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang searah dengan kebutuhan tanaman (*plant requirement*) mampu memperbaiki produksi pertumbuhan serta tanaman (Subowo, 2010).

Sumber bahan organik tanah sendiri bisa berasal dari vegetasi dan rumputan yang ada di lahan tersebut, bukan saja pada pupuk organik. Suasana aerob serta anaerob ikut mempengaruhi terhadap pelapukan/mineralisasi bahan organik sehingga erat kaitannya dengan tipe penggunaan lahan. Selain suasana aerob dan anaerob, kadar liat tanah juga sangat berpengaruh terhadap kandungan bahan organik tanah juga dipengaruhi oleh kadar liat tanah. Tanah-tanah dengan kadar liat tinggi umumnya kadar bahan organiknya lebih tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah yang kandungan liatnya rendah. C dan N merupakan komponen penting bahan organik. Kandungan bahan organik ditentukan secara tidak langsung dengan cara mengalikan kadar C terhadap suatu faktor yakni :
kandungan bahan organik = C x 1,724. Jika jumlah C organik dalam tanah telah diketahui maka kandungan bahan organik tanah dapat dihitung pula. Kandungan bahan organik adalah salah satu indikator dalam menentukan tingkat kesuburan tanah. (Tangketasik dkk., 2012).

2.5 Harkat Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah untuk menghasilkan produk tanaman yang diinginkan. Mempertahankan kesuburan tanah merupakan syarat mutlak bagi tiap-tiap usaha pertanian. Parameter harkat kesuburan akan menentukan subur tidaknya suatu tanah tersebut. Menurut Eviati dkk. (2009), harkat kesuburan tanah disajikan dalam tabel sebagai berikut

Tabel 2. Harkat Kesuburan Tanah

Parameter tanah	Nilai					
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5	
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75	
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25	
P ₂ O ₅ HCl (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	<10	10-15	16-25	26-35	>35	
P ₂ O ₅ Olsen (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60	
K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40	
Susunan Kation :						
K (me/100g)	<0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-10	>10	
Na (me/100g)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1	
Mg (me/100g)	<0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8	
Ca (me/100g)	<0,2	2-5	6-10	11-20	>20	
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70	
Aluminium (%)	<10	10-20	21-30	31-60	>60	
	Sangat masam	masam	Agak masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH (H ₂ O)	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2009.

2.6 Hipotesis

1. Kandungan limbah cair pabrik gula berada dibawah ambang batas yang telah ditetapkan.
2. Limbah pabrik lahan sawah berpengaruh terhadap perubahan sifat tanah di lahan sawah.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Kegiatan pengambilan sampel air dilakukan pada daerah aliran sungai buangan limbah pabrik gula dan di lahan sawah Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo. Untuk analisis sampel dilakukan di Laboratorium Konservasi dan Fisika Tanah serta Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lapang dan di laboratorium. Pelaksanaan pengambilan sampel di lapang dilakukan pada bulan maret 2017 hingga selesai. Pelaksanaan di laboratorium dilakukan pada bulan maret 2017 hingga selesai bertempat di laboratorium konservasi Fisika Tanah dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang diperlukan untuk menunjang kegiatan penelitian tersebut diantaranya :

1. Alat analisis air: pH Meter, sarung tangan, wadah sampel sebagai tempat sampel, ice box serta alat-alat lain yang diperlukan dalam pengambilan sampel dan erlemeyer, kertas saring.
2. Alat analisis kimia dan fisika tanah : ayakan 2 mm, botol kocok, gelas ukur, mesin pengocok, ph Meter, neraca, labu ukur 100 ml, pendingin, pipet volum, karet penghisap, tabung digest, alat destruksi, alat destilasi, labu didih, Erlenmeyer 100ml, autometric titar (burette digital), pengaduk, tabung reaksi, pipet 2 ml, mortal, dan ayakan lolos 2 mm, kertas saring, spektrofotometer, tabung perkolasi, botol semprot, ring sampel, picnometer, penetrometer.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi contoh air, contoh tanah, bahan kimia analisis laboratorium yakni :

1. Contoh air diambil dari beberapa lokasi di lahan sawah dekat sumber limbah pabrik gula.
2. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis kimia dan fisika tanah meliputi : Asam sulfat pekat, kalium karbonat 2 N, larutan standar glukosa 5000ppm, campuran selen, asam karbonat 1%, natrium hidroksida 40%, standar 10 ppm P_2O_5 , deret standart, campuran pereaksi sulfat, amonium asetat pH 7,00, NaCl 10%, aquadest dan alkohol 96% dan sebagainya.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel Limbah Cair

Pengambilan sampel air dilakukan dengan pengambilan berdasarkan jarak dari sumber pencemar. Banyaknya titik pengambilan contoh sampel air sebanyak 5 titik dan 1 titik di dekat sumber pembuangan limbah pabrik berdasarkan penentuan titik di GPS. Titik yang diambil berjarak setiap 200 meter dari sumber pembuangan limbah pabrik. Pengambilan contoh air dilakukan pada kedalaman ± 10 cm.

3.3.2 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan sawah di sepanjang aliran buangan limbah pabrik gula. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada kedalaman 0-20 cm dengan dua titik berbeda dengan jarak terpisah sejauh 10 meter pada setiap areal lahan sawah serta dilakukan dengan cara komposit. Pengambilan dilakukan sebanyak 5 kali dengan berdasarkan penentuan titik di GPS pada setiap 200 meter titik yang telah ditentukan dengan 2 kali ulangan yakni sebelum pabrik produksi dan saat pabrik produksi.

3.4. Analisis Contoh Air dan Tanah

3.4.1 Analisis Air

Analisa air sampel yang dilakukan dilaboratorium kesuburan tanah di Fakultas Pertanian Universitas Jember. Sampel disaring terlebih dahulu sebelum dilakukan analisa. Hasil sampel yang telah disaring kemudian akan di analisa menggunakan metode analisis yang disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Metode Analisis Air

Parameter	Metode Analisis
pH	pH Meter
Nitrogen (N-Total)	Kjeldahl
Fosfor (P-Total)	Ekstrak Amonium Asetat
Kalium (K-dd)	Ekstrak Amonium Asetat

3.4.2. Analisis Sifat Tanah

Contoh tanah yang diambil untuk dilakukan analisis fisik tanah, dilakukan dengan mengering-anginkan terlebih dahulu sebelum dianalisi. Sedangkan contoh tanah yang diambil untuk analisis kimia, dicampur dan dikeringkan serta ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 2mm. Analisa kimia tanah dari tanah sampel yang diambil, dilakukan terhadap beberapa variabel sifat kimia tanah yang menggunakan metode analisis disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4. Metode Analisis Sifat Tanah

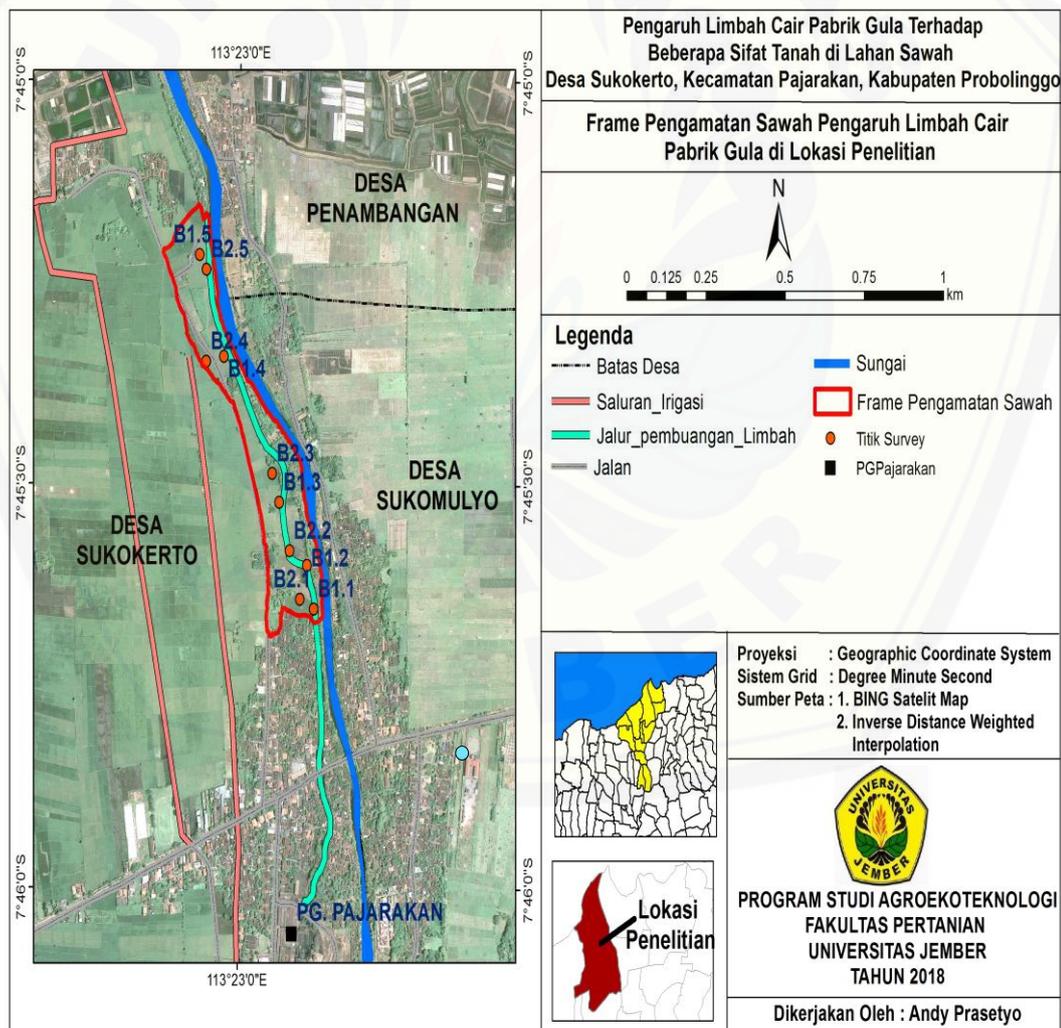
Parameter	Metode Analisis
pH	pH meter
KTK	Ekstrak Amonium asetat
N-Total	Kjeldahl
P-Teresedia	Olsen atau Bray
K-dd	Ekstrak Amonium asetat
Berat Volume (BV)	Ring Sampel
Porositas	Ring Sampel
Kepadatan Tanah	Hand Penetrometer

Bahan Organik	Kurmis
Tekstur Tanah	Pipet

Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2009

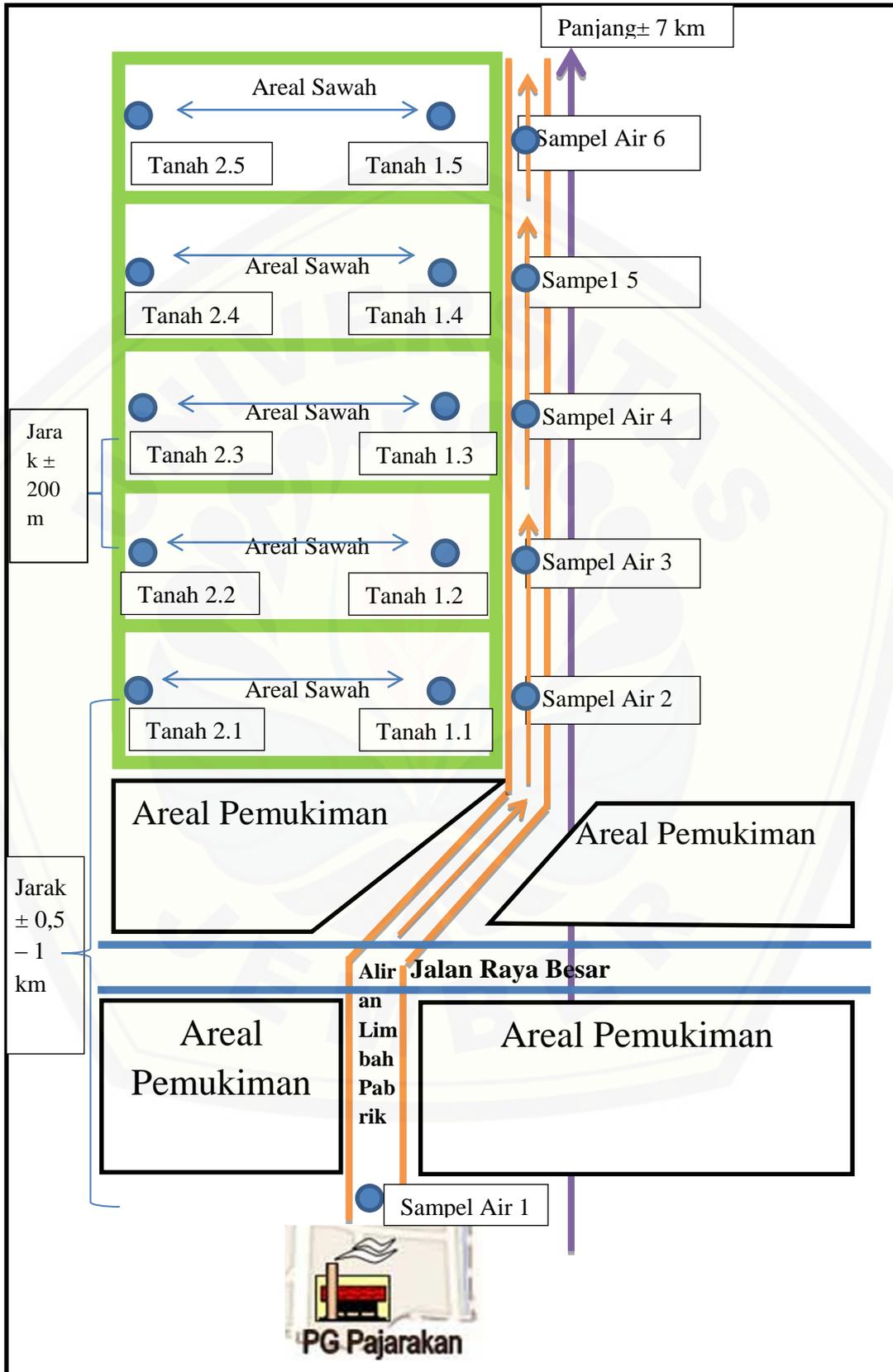
3.5 Penentuan Titik Pengambilan sampel

Sampling dilaksanakan selama satu bulan yaitu dimulai bulan februari hingga selesai berlokasi di wilayah jalur buangan limbah pabrik gula untuk sampel air dan di lahan sawah untuk sampel tanah. Survey lapang dilakukan di lokasi yaitu lahan pertanian di Desa Sukokerto. Sebaran lokasi GPS titik-titik sampel observasi diplotkan pada peta wilayah sebagaimana disajikan pada Gambar 3.1 yang berdasarkan pada peta penggunaan lahan.



Gambar 2. Peta Titik Observasi Plot Sampling Survey

3.6 Layout Wilayah



3.7 Pengolahan Data

Data penelitian berupa data primer yang diperoleh dari analisis laboratorium yaitu kandungan kimia limbah pabrik dan sifat fisik dan kimia tanah. Data penelitian selanjutnya dilakukan analisis menggunakan uji-t berpasangan (*Paired Sampel t-Test*), untuk membandingkan antara tanah yang dipengaruhi limbah pabrik gula sebelum produksi dengan tanah dipengaruhi limbah pabrik gula saat produksi terhadap beberapa sifat tanah lahan sawah.

Persamaan Uji-t :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Keterangan : \bar{x}_1 = Rata-Rata sampel 1

\bar{x}_2 = Rata-Rata sampel 2

s_1 = Simpangan baku sampel 1

s_2 = Simpangan baku sampel 2

s_1^2 = Varian sampel 1

s_2^2 = Varian sampel 2

r = Korelasi antara dua sampel

n = Banyak data

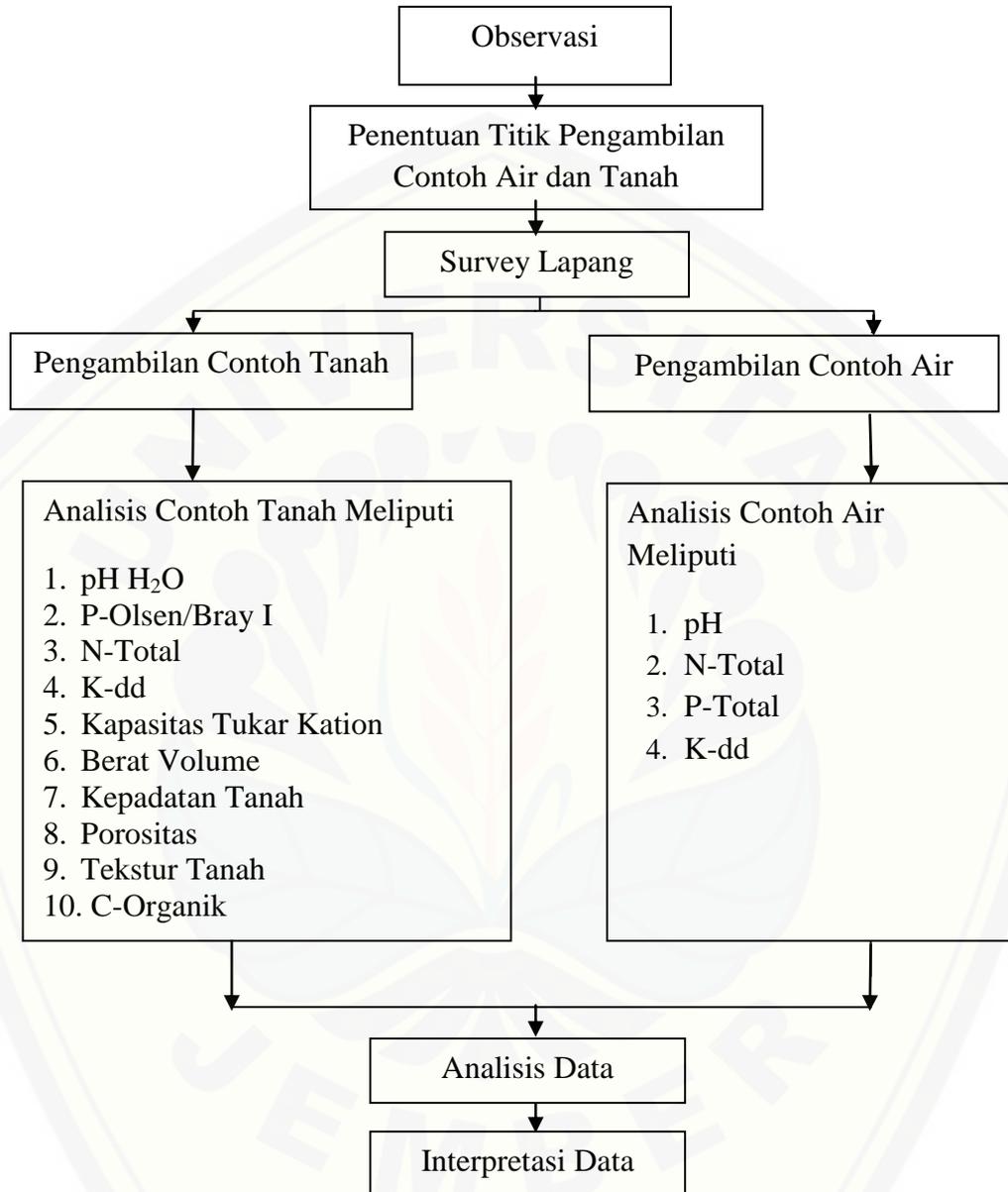
Data hasil analisis laboratorium kemudian di uji dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila $t < t$ -hitung maka dapat diinterpretasikan bahwa limbah berpengaruh nyata terhadap karakteristik sifat tanah. Sedangkan apabila $t > t$ -hitung maka limbah tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik sifat tanah. Setiap variabel data kemudian akan dilanjutkan analisis menggunakan analisis korelasi untuk mengetahui korelasi pengaruh limbah terhadap sifat-sifat tanah.

3.8 Pelaksanaan Penelitian

1. Melakukan observasi daerah pengambilan sampel tanah dan air di lahan sawah dekat pabrik Desa Sukokerto Kecamatan pajarakan Kabupaten Probolinggo.

2. Melakukan penentuan titik pengambilan sampel tanah dan air melalui GPS yang telah disediakan.
3. Melakukan pengambilan sampel air pada titik dan kedalaman yang telah ditentukan
4. Melakukan pengambilan sampel tanah pada titik yang telah di sediakan pada lahan sawah dengan kedalaman solum 0-30 cm.
5. Melakukan analisis laboratorium untuk pengujian analisis air (kimia) dan analisis tanah (fisik dan kimia).
6. Melalukakan analisis uji-t dengan taraf kepercayaan 95% terhadap hasil yang didapat untuk mengetahui membandingkan antara tanah yang dipengaruhi limbah pabrik gula sebelum produksi dengan tanah dipengaruhi limbah pabrik gula saat produksi dan analisis uji korelasi untuk mengetahui hubungan karakteristik limbah terhadap sifat tanah.
7. Menginterpretasikan hasil data yang telah diperoleh.

3.9 Diagram Alir



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kandungan limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik gula di Desa Pajarakan Kabupaten Probolinggo masih dibawah ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.
2. Limbah Cair pabrik industri gula berpengaruh secara nyata terhadap sifat-sifat tanah khususnya sifat kimia tanahnya pada lahan sawah Desa Sukokerto Kecamatan Pajarakan Kabupaten Probolinggo.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh limbah cair tersebut terhadap produktifitas tanaman dilahan tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut akan dampak limbah pabrik gula tersebut terhadap perubahan sifat biologi tanahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F.N., B. Siswanto, Y. Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Ubi Jalar Di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2 (2) : 237-244
- Anam, R. Q. 2018. Analisis Kualitas Air Anak Sungai Bedok Akibat Limbah Pabrik Gula Madukismo Di Desa Tirtonirmolo Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul. Skripsi : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Aprylita, Annisa. 2011. Evaluasi Adaptabilitas Bakteri Agb (Activated Growth Bacteria) Dan Sgb (Super Growth Bacteria) Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Gula. Skripsi : Universitas Lampung
- Arabia, T., Zainabun, I. Royani. 2012. Karakteristik Tanah Salin Krueng Raya Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *Manajemen Sumberdaya Lahan*, 1 (1) : 32- 42
- Arifin, Zaenal. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol Pada Penggunaan Lahan Yang Berbeda. *Agroteksos*, 21 (1) : 47-54
- Baderan, Dewi Wahyuni K., 2017. Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo. DeepPublish : Yogyakarta
- Darmayanti, Agung Sri. 2012. Beberapa Sifat Fisika Kimia Tanah Yang Berpengaruh Terhadap Model Kecepatan Infiltrasi Pada Tegakan Mahoni, Jabon, Dan Trembesi Di Kebun Raya Purwodadi. *Berk. Penel. Hayati*. 17 : 185–191
- Daulta,R., J. Rani and A. Yada. 2014. Effect of Sugar Mill Effluent on Physico-chemical Properties of Soil at Panipat City, India. *Int. Arch. App. Sci. Technol*; 5 (2) : 06-12
- Djunaedi, M. Sodik. 2008. Teknik Penetapan Berat Isi Tanah Di Laboratorium Fisika Tanah Balai Penelitian Tanah. *Teknik Pertanian*, 13 (2) : 65-68
- Dotaniya, M. L., S. C. Datta, D. R. Biswas, C. K. Dotaniya, B. L. Meena, S. Rajendiran, K. L. Regar, M. Lata. 2016. Use Of Sugarcane Industrial By-Products For Improving Sugarcane Productivity And Soil Health. *Recycl Org Waste Agricult* (2016) 5:185–194
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Petunjuk Teknis Edisi 2 : Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah : Bogor.

- Fahrunsyah. 2012. Studi Karakteristik Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah di Kawasan Sentra Produksi Tanaman Pangan Kabupaten Tana Tidung. *Ziraa'ah*, 33(1) : 1-9.
- Ginting, R., Razali, Z. Nasution. 2013. Pemetaan Status Unsur Hara C-Organik Dan Nitrogen Di Perkebun Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Rakyat Desa Panribuan Kecamatan Dolok Silau Kabupaten. *Agroekoteknologi*, 1 (4) : 1308-1318
- Haridjaja, O., Y. Hidayat, L. S. Maryamah. 2010. Pengaruh Bobot Isi Tanah Terhadap Sifat Fisik Tanah Dan Perkecambahan Benih Kacang Tanah Dan Kedelai. *Ilmu Pertanian Indonesia*, 15 (3) : 147-152
- Harmayani, K. D. dan I G. M. Konsukartha. 2007. Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lingkungan Kumuh Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung. *Permukiman Natak*, 5 (2) : 62 – 108
- Hermawan, Bandi. 2001. Korelasi Antara Berat Volume dan Impedensi Listrik pada Tanah Podsolik L 1. Percobaan di Laboratorium. *Ilmu-Ilmu Pertanian*, 3 (1) : 1-8
- Islami, T., E. I. Wisnubroto Dan W. H. Nugroho. 2017. Biochar Derived From Sugarcane Industry Waste Increasing Productivity Of Degraded Land. *Soil Sci.*, 12 (1) : 1-9
- Kaya, E. 2012. Pengaruh Pupuk Kalium Dan Fosfat Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Fosfat Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Pada Tanah Brunizem. *Agrologia*, 1(2) : 113-118
- Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya Di Jawa Timur. Surabaya
- Kumar, V. Dan A. K. Chopra. 2010. Influence Of Sugar Mill Effluent On Physico-Chemical Characteristics Of Soil At Haridwar (Uttarakhand), India. *Applied and Natural Science* 2 (2): 269-279
- Liferdi, L. 2010. Efek Pemberian Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. *Horti*, 20 (1) : 18-26
- Masganti. 2011. Perbedaan Daya Serap Hara Beberapa Varietas Unggul Padi Pada Tipe Lahan Berbeda Di Lahan Pasang Surut. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30 (1) : 23-29

- Moertinah, S. 2010. Kajian Proses Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi. *Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri*, 1(2): 104-176.
- Mukaromah, L., T. Nurhidayati, dan S. Nurfadilah. 2013. Pengaruh Sumber dan Konsentrasi Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji *Dendrobium laxiflorum* J.J Smith secara *In Vitro*. *Sains dan Seni Pomits*, 2 (1) : 26-29
- Nagaraju. M., G. Narasimha, And V. Rangaswam. 2007. Impact Of Effluents Of Sugarcane Industry On Soil Physico Chemical And Biological Properties. *Jr. Of Industrial Pollution Control* 23 (1) : 73-76
- Narka, I Wayan. 2012. Kadar Bahan Organik Tanah Pada Tanah Sawah Dan Tegalan Di Bali Serta Hubungannya Dengan Tekstur Tanah. *Agrotrop* 2 (2): 101-107
- Nath, K., dan G.K. Singh. 2011. Effect of Sugar Factory effluent on Seed Germination and Early Seedling Growth in *cicer arietinum*. *Research in Environment and Life Sciences* 4(2) : 87-88
- Pinatih, I D. A. S. P., T. B. Kusmiyarti, K. D. Susila. 2015. Evaluasi Status Kesuburan Tanah Pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. *Agroekoteknologi Tropika* 4 (4) : 282-292
- Qureshi, A.L., A. A. Mahessar, M. Ehsan-Ul-Haq Leghari, B. K. Lashari, dan F. M. Mari. 2015. Impact of Releasing Wastewater of Sugar Industries into Drainage System of LBOD, Sindh, Pakistan. *Environmental Science and Development*, 6 (5) : 381-386
- Rahmah, S. Yusran, H. Umar. 2014. Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Warta Rimba*, 2 (1) : 88-95
- Rahmanto, M. I. 2011. Identifikasi Potensi dan Pemanfaatan Limbah Pertanian di Kabupaten Bekasi. *Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 2(2): 36-50
- Reddy, K. V. T., Vijayalakshmi, A. Giri, And A. J. G. Bhavan. 2013. Effect Of Paper Industry Effluents On Physico Chemical And Biological Properties Of Soil. *Innovative Research In Science, Engineering And Technology*, 2 (8) : 3811-3815
- Sagala, Danner. 2010. Peningkatan pH Tanah Masam Di Lahan Rawa Pasang Surut Pada Berbagai Dosis Kapur Untuk Budidaya Kedelai. *Agroqua*. 8 (2): 1-5

- Salbilah C., Muyassir, dan Sufardi. 2013. Pemupukan KCL, Kompos Jerami dan Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Manajemen Sumberdaya Lahan*, 2(3) : 213-222
- Silahooy, Ch. 2008. Efek Pupuk KCl dan SP-36 Terhadap Kalium Tersedia, Serapan Kalium dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada Tanah Brunizem. *Bul. Agron.* (36) (2) 126 – 132
- Suarjana, I W., A. A. N. Supadman, I D. M. Arthagama. 2015. Kajian Status Kesuburan Tanah Sawah untuk Menentukan Anjuran Pemupukan Berimbang Spesifik Lokasi Tanaman Padi Di Kecamatan Manggis. *Agroekoteknologi Tropika* ISSN: 2301-6515, 4(4) : 314-323
- Subowo. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik Untuk Kesuburan Dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Sumberdaya Lahan*, 4 (1) : 13-25
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *Tek. Ling.*, 10 (3) : 337-346
- Sukaryorini, P., A.M Fuad, S. Santoso. 2016. Pengaruh Macam Bahan Organik Terhadap ketersediaan Amonium (NH_4^+), C-Organik dan Populasi Mikroorganisme pada Tanah Entisol. *Plumula*, 5 (2) : 99-106
- Supriyadi, Slamet. 2007. Kesuburan Tanah Di Lahan Kering Madura. *Embryo* 4 (2)_: 124-131
- Surya, R. E., dan Suyono. 2013. Pengaruh Pengomposan Terhadap Rasio C/N Kotoran Ayam Dan Kadar Hara Npk Tersedia Serta Kapasitas Tukar Kation Tanah. *Chemistry*, 2 (1) : 137-144
- Tabriz,S. S., M. A. Mojid and G. C. L. Wyseure. 2011. Irrigation suitability of North Bengal Sugar Mill's effluent and its impact on soil properties. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 9(2): 283–290
- Tangketasik, A., N. M. Wikarniti, N. N. Soniari, Dan I W. Narka. 2012. Kadar Bahan Organik Tanah Pada Tanah Sawah Dan Tegalan Di Bali Serta Hubungannya Dengan Tekstur Tanah. *Agrotrop*, 2 (2) : 101- 107
- Trihendradi, C. 2011. Langkah Mudah Melakukan Analisis Statistik Menggunakan SPSS 19: Deskriptif, Parametrik, Non Parametrik. CV. Andi Offset : Yogyakarta
- Usman. 2012. Teknik Penetapan Nitrogen Total Pada Contoh Tanah Secara Destilasi Titrimetri Dan Kolorimetri Menggunakan *Autoanalyzer*. *Teknik Pertanian*, 17 (1) : 41-44

- Utami, Nur Hikmah. 2009. Kajian Sifat Fisik, Sifat Kimia Dan Sifat Biologi Tanah Paska Tambang Galian C Pada Tiga Penutupan Lahan (Studi Kasus Pertambangan Pasir (Galian C) Di Desa Gumulung Tonggoh, Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat). Skripsi : Institut Pertanian Bogor.
- Utami, S.W., B. H. Sunarminto dan E. Hanudi. 2014. Pengaruh Limbah Biogas Sapi Terhadap Ketersediaan Hara Makro-Mikro Inceptisol. *Tanah Dan Air*, 11, (1) : 12-21
- Wahyudi, T., T. R. Panggabean, Pujiyanto. 2008. Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir. Jakarta : Penebar Swadaya
- Wulandari, U., Dr. E. C. Endrayadi. 2015. Pabrik Gula Padjarakan Kabupaten Probolinggo Tahun 1998-2005. Artikel Ilmiah Mahasiswa : 1-7
- Yani, M., I. Purwaningsih dan M. N. Munandar. 2012. Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*) Gula Pada Pabrik Gula Tebu. *Agroindustri Indonesia* 1 (1) : 60-67

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentas Pengambilan Sampel di Lahan Sawah



Gambar 1. Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 2. Tempat Pembuangan Limbah Cair Pabrik Gula



Gambar 3. Penentuan Titik Pengambilan Sampel dengan GPS



Gambar 4. Pengambilan Sampel Air di Lahan Sawah

Lampiran 2. Baku mutu Limbah Cair Industri Gula*)

Baku Mutu Limbah Cair SK. Gubernur Jatim No. 45/2002

Volume Limbah Cair Maksimum per Satuan Produk				
Limbah Cair : 5m ³ /Ton produk				
Kondensor : 175 m ³ /Ton produk				
Kondensor Dan Limbah Cair : 180 m ³ /Ton produk				
No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)		
		Kondensor dan Limbah Cair	Limbah Cair	Kondensor
1.	BOD ₅	21.1	60	20
2.	COD	41.7	100	40
3.	TSS	20.8	50	20
4.	Minyak dan Lemak	0.208	5	2
5.	Sulfida (sebagai H ₂ S)	0.208	0.5	0.2
6	pH (mg/L)	6 – 9		
7	Nitrogen (mg/L)	1		
8	Fosfor (mg/L)	1-2		
9	Kesadahan (mg/L)	500		

*) Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Surabaya, 2004.

Lampiran 3. Hasil Analisis Uji T

	Paired Samples Test						t	df	Sig. (2-tailed)
	Paired Differences								
	Mean	Std. Deviasi	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
			Batas Bawah	Batas Atas					
Sesudah pH – Sebelum pH	.25000	.12693	.04014	.15920	.34080	6.228	9	.000	
Sesudah KTK - Sebelum KTK	2.84000	1.40412	.44402	1.83555	3.84445	6.396	9	.000	
Sesudah Nitrogen – sebelum Nitrogen	.02700	.00675	.00213	.02217	.03183	12.650	9	.000	
Sesudah C-organik – sebelum C-organik	.16800	.05138	.01625	.13124	.20476	10.340	9	.000	
Sesudah Fosfor - Sebelum Fosfor	1.83300	.59764	.18899	1.40547	2.26053	9.699	9	.000	
Sesudah Kalium - Sebelum Kalium	.23700	.33731	.10667	-.00430	.47830	2.222	9	.053	

Catatan :

Sesudah = Saat pabrik memproduksi
 Sebelum = Sebelum pabrik memproduksi