

PENGARUH KANDUNGAN UNSUR HARA LIMBAH CAIR PABRIK GULA TERHADAP SIFAT KIMIA DAN FISIKA TANAH DI LAHAN SAWAH KECAMATAN BULULAWANG KABUPATEN MALANG

Diterima: 20 Juni 2022 Revisi: 28 Juni 2022 Terbit: 29 Juni 2022	¹Fariq Faroni, ²Anggraeni Hadi Pratiwi, ²Arief Lukman Hakim ¹ Mahasiswa Prodi Agroteknologi, UNIRA Malang ² Dosen Prodi Agroteknologi, UNIRA Malang E-mail: ¹ fariqfaroni29@gmail.com, ² anggraeni.hp@gmail.com
--	--

ABSTRACT

Pabrik Gula Kreet disposes of liquid waste into the nearest river, which can pollute the aquatic and soil environment. However, sugar factory effluent contains nutrients N and P as well as organic matter that is beneficial to plants (within a certain maximum limit). The study aims to determine whether there is an effect of the content of nutrients and organic matter of sugar factory wastewater on the physical and chemical properties of the soil in the paddy fields Bululawang Malang. Parameters of soil properties that were analyzed included pH, CEC, N-Total, P₂O₅, Potassium, C-Organic, bulk density, soil porosity, and specific gravity, while water parameters included pH, PO₄, and Potassium. Based on the results of soil analysis, it is known that the porosity value on the shaft criteria is in the range of 63-72%, pH on the acid criteria with a value of 5.8-6.4, CEC on low to moderate criteria with a value of 5.5-21.2 cmol/kg, organic matter on high criteria with a value of 4.3-6.2%, P₂O₅ on the high criteria of 52.6-70.0 ppm, bulk density is on the medium criteria of 0.66-0.96 gr/cm³, the total N value on the medium criteria of 0.23-0.28%, and potassium on the moderate criteria of 168.5-256.2 mg K/kg. The results of the water analysis showed that PO₄ was within the quality standard limit of 0.51-0.83 me/l, the potassium content was within the water quality standard limit value of 0.25-0.28 me/l, for pH parameters is above the quality standard limit of 5.93-6.23.

Keywords: sugar factory liquid waste, nutrients, soil properties

PENDAHULUAN

Industrialisasi merupakan aktivitas manusia yang berdampak pada lingkungan seperti mengakibatkan polusi dan degradasi (Poddar dan Sahu, 2015). Tebu merupakan tanaman jenis rumput-rumputan yang tumbuh di daerah tropis, tingginya kandungan gula yang terdapat pada tebu menjadikan tanaman ini menjadi bahan baku utama industri pembuatan gula di daerah tropis seperti di Indonesia. Rhofita dan Russo (2019) menjelaskan bahwa dari proses produksi industri gula selain produk utama yaitu gula, dihasilkan juga produk samping yaitu limbah padat yang berupa ampas tebu, blotong dan abu pembakaran sisa ampas tebu, limbah gas yang berupa aerosol dan limbah cair.

Pabrik Gula Kreet membuang limbah cairnya ke aliran sungai terdekat, aliran sungai tersebut digunakan oleh petani sebagai sumber irigasi lahan. Tanah yang tercemar oleh limbah secara terus-menerus membawa resiko penurunan karakteristik sifat fisika dan kimia tanah, yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Prasetyo, 2018). Di sisi lain, limbah cair pabrik gula mengandung unsur hara N dan P serta bahan organik yang bermanfaat bagi tanaman (dalam batas maksimal tertentu) sehingga pengaruhnya terhadap tanah perlu untuk diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kandungan unsur hara dan bahan organik limbah cair pabrik gula terhadap sifat fisika dan kimia tanah di lahan sawah Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dari persiapan, pengambilan sampel di lapang hingga analisis laboratorium dilakukan pada bulan Maret hingga Juni 2021. Sampel tanah dan air diambil dari daerah aliran sungai buangan limbah cair pabrik gula di lahan sawah Desa Sukonolo dan Desa Lumbangsari Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang. Analisis dilakukan di Laboratorium Tanah dan Tanaman BALITKABI (Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi) Kabupaten Malang dan Laboratorium Tanah dan Agronomi Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang.

Alat-alat yang digunakan meliputi: bor tanah (diameter 10 cm), ring sampel (diameter 7,5 cm tinggi 5 cm), wadah sampel, sekop, gayung, *box styrofoam*, *handphone* dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan adalah air irigasi dan tanah lahan sawah yang teraliri irigasi limbah cair Pabrik Gula Krebet.

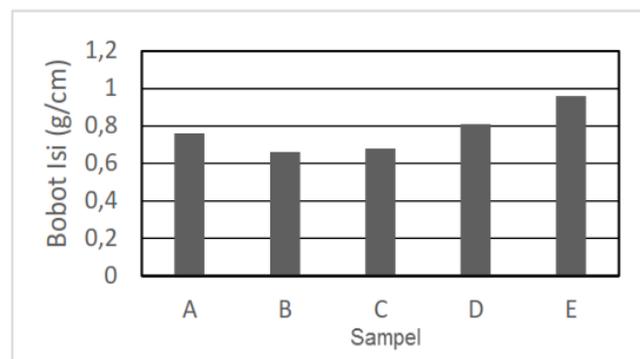
Metode pengambilan sampel tanah mengacu pada Jurnal Balai Penelitian Tanah oleh Suganda dkk (2006). Sampel tanah diambil pada 5 titik dengan jarak antar titik 200 m dan kedalaman 20 cm, pengambilan sampel tanah pada tiap titik dilakukan dengan mengambil lima satuan titik tanah (empat di pojok dan satu di tengah) yang kemudian dikompositkan, pada sampel untuk analisa fisika tanah, pengambilan menggunakan ring sampel dengan diameter 7,5 cm dengan tinggi 5 cm.

Sampel air diambil pada 5 titik di kedalaman 10 cm dari aliran irigasi yang tercampur dengan limbah cair pabrik gula, dengan jarak 200 m tiap titiknya. Wawancara terhadap petani dilakukan untuk mendapatkan data tambahan terkait nilai pemupukan pada tiap petak. Data hasil analisislaboratorium kemudian dihitung indeks kualitasnya dengan cara pengharkatan pada setiap parameter, kemudian data dianalisa lanjut dengan uji koefisien determinasi dan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Bobot Isi

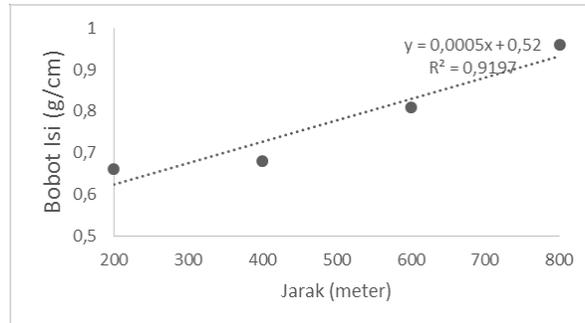
Bobot Isi merupakan petunjuk kepadatan tanah, dimana makin padat suatu tanah bobot isi akan semakin tinggi, sehingga semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar (Kurniawan, 2018).



Gambar 1. Bobot Isi Tanah

Gambar 1. menunjukkan bahwa bobot isi berada di kriteria sedang berdasarkan kriteria PPT (1995) dengan kisaran nilai rata-rata 0.66-0.96 gr/cm³, nilai rata-rata bobot isi tertinggi pada tanah E dengan nilai 0.96 gr/cm³ dan terendah pada tanah B dengan nilai 0.66 gr/cm³. Nilai bobot isi berhubungan dengan kandungan bahan organik tanah, limbah cair pabrik gula mengandung bahan organik tinggi sehingga hasil data yang diperoleh dari analisis laboratorium pada parameter bobot isi tanah tidak lepas dari pengaruh kandungan limbah cair pabrik gula.

Berdasarkan Gambar 2, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 600 m (sampel B hingga E) menunjukkan nilai R- square sebesar 0,9197 (91,97%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai bobot isi sebesar 91,97% (kuat >0,67, Chin, 1998), sedangkan sisanya 8,03% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.



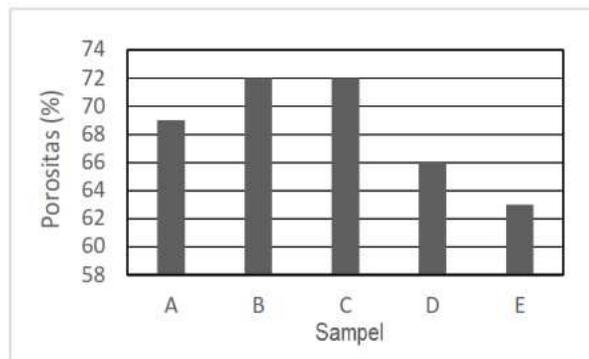
Gambar 2. Hubungan antara Bobot Isi dengan Jarak Pengambilan Sampel

Irigasi limbah cair pabrik gula berkorelasi positif dengan penurunan nilai bobot isi tanah. Kandungan bahan organik yang terdapat pada limbah cair pabrik gula merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap nilai bobot isi pada tanah. Bobot isi tanah dapat menunjukkan nilai yang bervariasi pada tiap titik berbeda di lapangan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti beragamnya nilai bahan organik, mineral klei, tekstur hingga struktur tanah (Utomo dkk, 2016).

Bobot isi akan menurun dengan meningkatnya nilai kandungan bahan organik dalam tanah, bahan organik akan menjadi sumber energi bagi makro dan mikro organisme tanah sehingga peningkatan aktivitas mahluk hidup di dalam tanah akan meningkatkan nilai pori tanah, sehingga tanah akan menjadi gembur (Sanches, 1993, dalam Henrianto dkk, 2019). Penurunan nilai bobot isi pada penelitian ini dalam kaitannya dengan kualitas tanah adalah pada peningkatan mudahnya tanah untuk di tembus oleh akar tanaman, peningkatan aerasi dan mobilitas air pada tanah, dan kemudahan pengolahan tanah. Bobot isi yang tinggi mencerminkan nilai kepadatan tanah yang tinggi (Kurniawan, 2018).

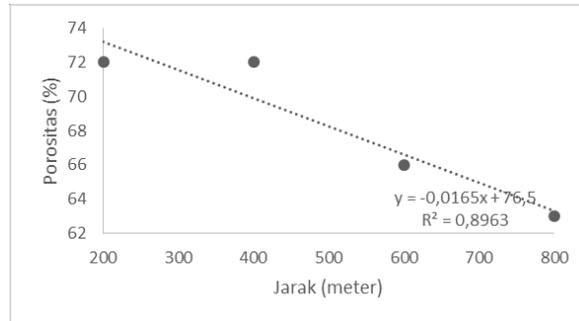
2. Porositas Tanah

Porositas tanah dapat didefinisikan sebagai persentase total ruang pori yang terdapat pada tanah. Porositas tanah merupakan faktor penting yang menentukan tingkat kesuburan fisik suatu tanah (Utomo dkk, 2016). Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai porositas pada kriteria poros berdasarkan kriteria Arsyad (1989) dengan kisaran nilai 63-72%, nilai rata-rata tertinggi pada tanah B dan C dengan nilai 72% dan terendah terdapat pada tanah E dengan nilai 66%.



Gambar 3. Porositas Tanah

Berdasarkan Gambar 4, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 600 m (sampel B hingga E) menunjukkan nilai R- square sebesar 0,8963 (89,63%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai porositas sebesar 89,63% (kuat >0,67, Chin, 1998), sedangkan sisanya 10,37% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.



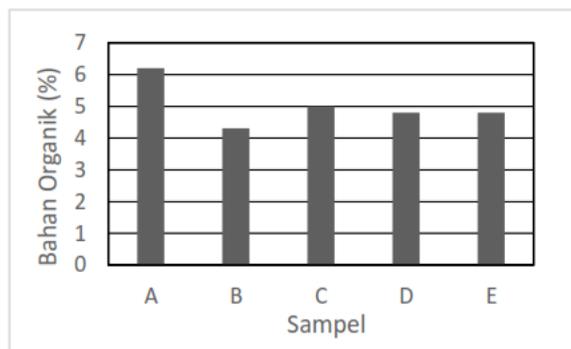
Gambar 4. Hubungan antara Porositas dengan Jarak Pengambilan Sampel

Irigasi limbah cair pabrik gula berkorelasi positif dengan peningkatan nilai porositas tanah. Nilai porositas merupakan konversi dari nilai bobot isi dengan total ruang pori tanah sehingga peningkatan nilai porositas yang terjadi pada penelitian ini sebagian besar dipengaruhi pula oleh faktor- faktor yang berpengaruh terhadap nilai bobot isi tanah.

Peningkatan nilai porositas dapat meningkatkan nilai aerasi dan penyerapan serta mobilitas air, selain itu peningkatan porositas juga membantu terhadap peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah dan dekomposisi bahan organik melalui penyediaan oksigen yang lebih tersedia karena aerasi meningkat sehingga pada gilirannya peningkatan nilai porositas juga akan berpengaruh terhadap ketersediaannya unsur hara tertentu yang dihasilkan oleh dekomposisi bahan organik dalam tanah. Oksigen di dalam tanah diperlukan untuk respirasi dan dekomposisi bahan organik, faktor-faktor yang mempengaruhi pertukaran oksigen dalam tanah adalah suhu, porositas tanah, kedalaman dan pengolahan tanah (Utomo dkk, 2016).

3. Bahan Organik

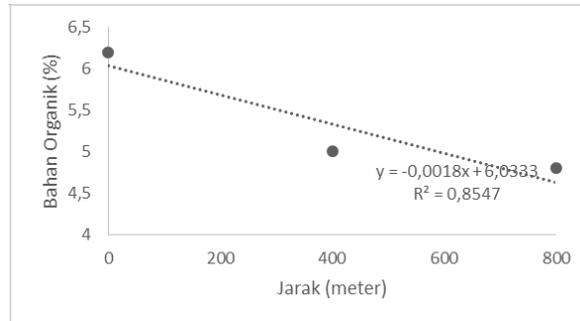
Bahan organik merupakan fraksi organik yang meliputi residu binatang dan tanaman pada berbagai taraf dekomposisi, jaringan dan sel dari organisme tanah, dan berbagai substansi disintesa oleh populasi tanah (Utomo dkk, 2016).



Gambar 5. Bahan Organik Tanah

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai bahan organik pada kriteria tinggi hingga sangat tinggi berdasarkan kriteria PPT (1983) dengan kisaran nilai 4,3-6,2%. nilai rata-rata bahan organik tertinggi pada tanah A dengan nilai 6,2 dan terendah pada tanah B dengan nilai 4,3.

Berdasarkan Gambar 6, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 800 m di 3 titik sampel (sampel A, C dan E) menunjukkan nilai R-square sebesar 0,8547 (85,47%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai bahan organik sebesar 85,47% (kuat >0,67, Chin, 1998), sedangkan sisanya 14,53% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.



Gambar 6. Hubungan antara Bahan Organik dengan Jarak Pengambilan Sampel

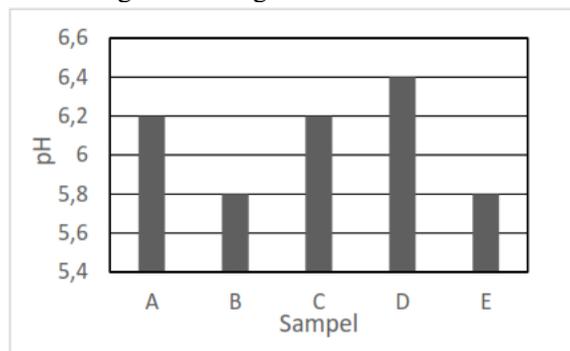
Irigasi limbah cair pabrik gula berkorelasi positif dengan peningkatan nilai bahan organik tanah. Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi mampu mendukung keragaman vegetasi yang lebih besar, yang pada gilirannya meningkatkan kandungan C organik tanah (Utomo dkk, 2016).

Peningkatan nilai bahan organik oleh irigasi limbah cair pabrik gula berkontribusi terhadap kemampuan tanah dalam menahan air. Semakin tinggi kandungan bahan organik yang terkandung memungkinkan tanah menyerap, menahan dan menyediakan air untuk kebutuhan tanaman lebih tersedia. Selain itu, peningkatan nilai bahan organik juga berkontribusi terhadap kemudahan akar dalam menembus tanah yang disebabkan berkurangnya nilai bobot isi oleh penambahan bahan organik ke tanah.

Penambahan bahan organik ke tanah tidak saja meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air dan menurunkan bobot isi tanah (*soil bulk density*), tetapi juga meningkatkan kemantapan agregat tanah (Saidy, 2018). Oades et al. 1989 dalam Saidy (2018) melaporkan bahwa peningkatan 1% bahan organik tanah dapat meningkatkan nilai satu unit KTK tanah. Kandungan KTK tanah yang tinggi digambarkan sebagai tanah dengan kesuburan yang tinggi pula karena kemampuannya yang tinggi dalam menyerap unsur hara dalam bentuk kation.

4. Derajat Kemasaman Tanah (pH)

pH merupakan salah satu cara untuk mengukur konsentrasi ion H. Konsentrasi atau aktifitas ion H dalam larutan tanah digambarkan dengan istilah kemasaman, tanah yang mengandung ion H tinggi disebut mempunyai kemasaman tinggi, sebaliknya tanah dengan kandungan ion H rendah disebut mempunyai kemasaman rendah.

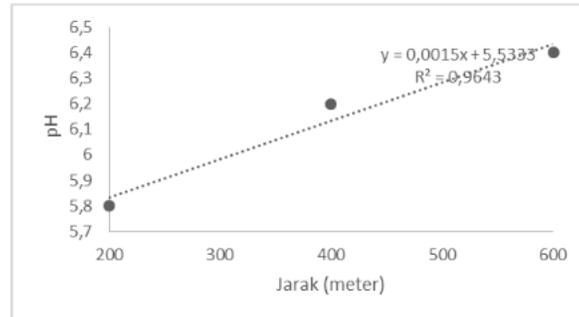


Gambar 7. pH Tanah

Gambar 7. menunjukkan bahwa nilai pH pada kriteria asam berdasarkan kriteria PPT (1983) dengan kisaran nilai 5.8-6.4, dimana nilai rata-rata pH tertinggi pada tanah D dengan nilai 6.4 dan terendah terdapat pada tanah B dan E dengan nilai 5.8.

Berdasarkan Gambar 8, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 400 m (sampel B hingga D) menunjukkan

nilai R- square sebesar 0,9643 (96,43%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai pH sebesar 96,43% (kuat >0,67, Chin, 1998), sedangkan sisanya 3,57% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.



Gambar 8. Hubungan antara pH Tanah dengan Jarak Pengambilan Sampel

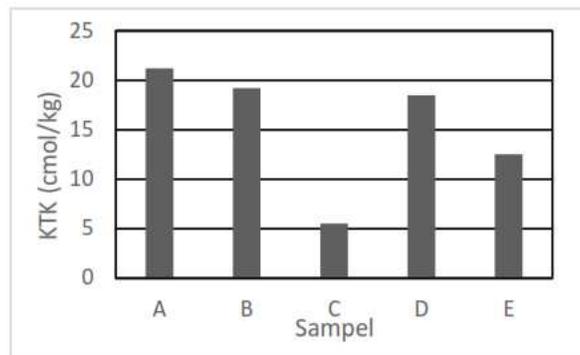
Irigasi dengan limbah cair pabrik gula berkorelasi positif terhadap peningkatan nilai kemasaman tanah. Tanah yang semakin asam dapat menurunkan kelarutan unsur hara penting seperti nitrogen, sulfur dan fosfor sehingga ketersediaannya lebih terbatas. Di sisi lain, peningkatan kemasaman akan meningkatkan kelarutan aluminium dan besi yang mengakibatkan toksisitas aluminium dan besi.

Ketersediaan nitrogen, sulfur, fosfor, magnesium, kalium, molibdenum dan natrium akan terbatas dalam kondisi tanah masam, pada pH dibawah 5,4 aluminium dan besi dapat larut dalam tanah, dalam jumlah berlebihan besi dan aluminium akan menghambat perkembangan akar dan membatasi pertumbuhan tanaman (Utomo, 2016).

Peningkatan nilai kemasaman juga berpengaruh terhadap aktifitas biota dalam tanah, biota tanah berperan dalam dekomposisi bahan organik, aktifitas biota tanah yang menurun akan menurunkan jumlah bahan organik yang terdekomposisi. Fauna tanah berperan dalam penghalusan bahan organik dan menghasilkan kotoran yang kemudian didekomposisi oleh mikroorganisme, dimana fauna tanah memiliki kisaran pH optimum, aktifitasnya dipengaruhi oleh pH tanah, kebanyakan bakteri menyukai pH dari 6 sampai 7,5 dan cacing tanah memiliki pH optimum sekitar netral (Utomo, 2016).

5. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

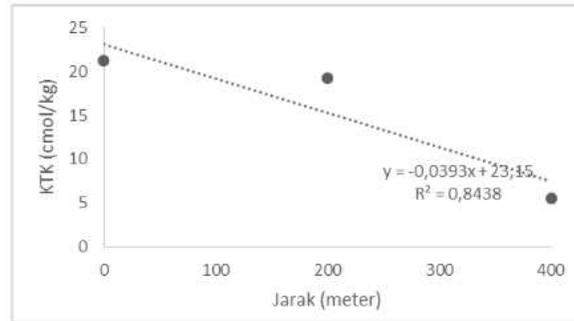
Kapasitas tukar kation (KTK) adalah jumlah maksimum kation yang sanggup dipertukarkan oleh koloid (Utomo dkk, 2016). Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai KTK pada kriteria rendah hingga sedang berdasarkan kriteria PPT (1983) dengan kisaran nilai 5.5-21.2 cmol/kg, dimana nilai rata-rata KTK tertinggi pada tanah A dengan nilai 21,2 cmol/kg dan terendah pada tanah C dengan nilai 5,5 cmol/kg.



Gambar 9. Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah

Berdasarkan Gambar 10, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 400 m (sampel A hingga C) menunjukkan nilai R- square sebesar 0,8438 (84,38%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber

limbah secara simultan terhadap nilai KTK sebesar 84,38% (kuat >0,67, Chin, 1998), sedangkan sisanya 15,62% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.



Gambar 10. Hubungan antara KTK Tanah dengan Jarak Pengambilan Sampel

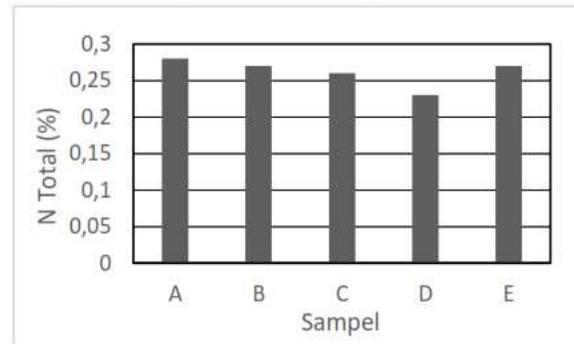
Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan ukuran kemampuan tanah dalam menahan unsur hara kation (Shekunyenge, 2015). Peningkatan nilai KTK yang diperoleh dari irigasi limbah cair pabrik gula meningkatkan nilai kesuburan tanah melalui peningkatan jumlah maksimum kation yang dapat dipertukarkan oleh koloid.

Nilai KTK yang meningkat diikuti dengan peningkatan kemampuan tanah dalam menyerap kation sehingga tanah mampu menyerap unsur hara dalam bentuk kation yang diperoleh melalui pemupukan ataupun pelapukan kimia mineral primer lebih tinggi, disisi lain hal tersebut mampu meminimalisir kehilangan kation pada tanah melalui pengurangan kehilangan kation akibat pencucian kation karena unsur hara yang diberikan mampu terjerap tanah lebih maksimal.

Kapasitas tukar kation adalah jumlah maksimum kation yang dapat dipertukarkan oleh koloid, dinyatakan dalam jumlah miliequivalen kation yang dapat dipertukarkan tiap 100 gr koloid atau bahan, nilai KTK pada tanah menggambarkan kemampuan tanah menukarkan ataupun menyerap kation (Utomo, 2016). Kapasitas pertukaran kation yang tinggi adalah ukuran yang baik dari kemampuan tanah untuk mempertahankan dan memasok nutrisi ke tanaman (Shekunyenge, 2015).

6. N Total

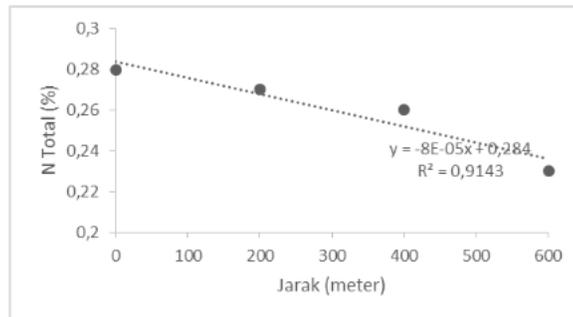
Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Unsur hara N berfungsi sebagai penyusun dari berbagai komponen sel tumbuhan sehingga pertumbuhan tanaman akan terhambat apabila kandungan nitrogen dalam jumlah kekurangan (Utomo dkk, 2016).



Gambar 11. N Total Tanah

Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai N Total pada kriteria sedang berdasarkan kriteria PPT (1983), dengan kisaran nilai 0,23-0,28% dimana nilai rata-rata N total tertinggi pada tanah A dengan nilai 0,28% dan terendah pada tanah D dengan nilai 0,23%.

Berdasarkan Gambar 12, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 600 m (sampel A hingga D) menunjukkan nilai R- square sebesar 0,9143 (91,43%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai N Total sebesar 91,43% (kuat >0,67, Chin. 1998), sedangkan sisanya 8,57% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.



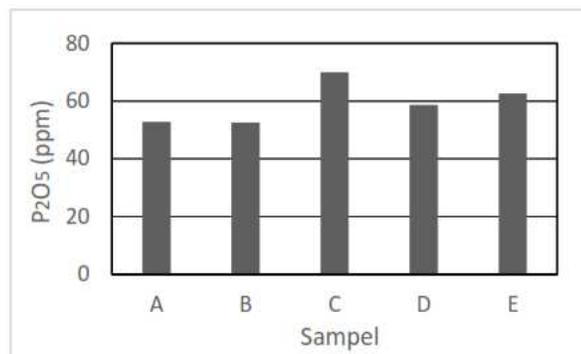
Gambar 12. Hubungan antara N Total Tanah dengan Jarak Pengambilan Sampel

Kandungan abu dan bahan organik yang terdapat pada aliran hulu (titik terdekat dengan pembuangan limbah) lebih tinggi sehingga terjadi akumulasi yang lebih tinggi (Tabriz dkk, 2011). Peningkatan kadar N pada tanah oleh irigasi limbah cair pabrik gula berpengaruh positif pada tingkat kesuburan tanah yang pada gilirannya akan berdampak positif pada pertumbuhan tanaman.

Nilai N yang meningkat memungkinkan tanah untuk menyediakan nitrogen yang dibutuhkan tanaman lebih tersedia. Selain itu, juga berperan dalam produktivitas tanah, ketersediaan unsur hara yang meningkat memberi kemungkinan tanaman untuk tumbuh secara optimal. Kesuburan tanah diartikan sebagai kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara dalam jumlah, bentuk dan porsi yang dibutuhkan untuk produksi tanaman tertentu, di pihak lain nilai produktivitas tanah dapat dinilai dengan hasil tanaman tertentu yang merefleksikan pengaruh kombinasi semua faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Utomo, 2016).

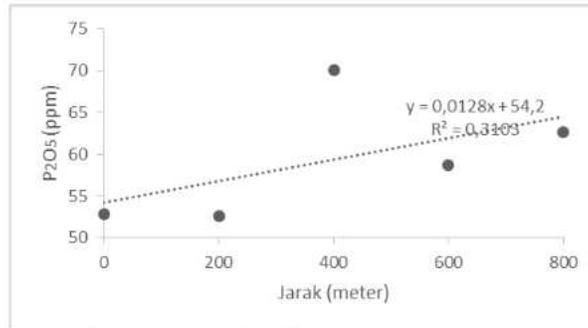
7. P₂O₅

Fosfor merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman. Campbell dan Reece (2012), menyatakan bahwa fosfor merupakan hara yang berperan penting dalam produksi energi biokimia Adenosine Diphosphate (ADP) dan Adenosine Triphosphate yang dibutuhkan tanaman dalam proses fotosintesis dan daur glikogen. Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai fosfor pada kriteria tinggi hingga sangat tinggi berdasarkan kriteria PPT (1983), dengan kisaran nilai 52.6-70.0 ppm, nilai rata-rata fosfor tertinggi pada tanah C dengan nilai 70 ppm dan terendah pada tanah B dengan nilai 52,6 ppm.



Gambar 13. Kandungan P₂O₅ Tanah

Berdasarkan Gambar 14, hasil uji koefisien determinasi pada jarak titik pengambilan sampel 800 m diperoleh nilai R-square sebesar 0,3103 (31,03%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai fosfor tanah sebesar 31,03% (lemah, 0,19-0,33, Chin, 1998).



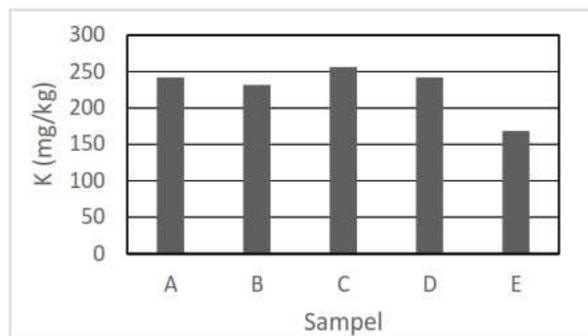
Gambar 14. Hubungan antara Kandungan P₂O₅ Tanah dengan Jarak Pengambilan Sampel

Fosfor merupakan komponen nukleotida yang digunakan dalam metabolisme energi tanaman seperti ATP dan dalam DNA dan RNA (Utomo dkk, 2016). Ketersediaan fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH tanah, Al, Fe dan Mn terlarut, aktivitas mikroorganisme, kadar bahan organik, lama kontak antar akar-tanah dan temperatur (Azmul dkk, 2016).

Umumnya irigasi limbah menyimpan sejumlah besar garam di lingkungan tanah seperti fosfat, bikarbonat, klorida dari kation natrium, kalsium, kalium dan magnesium dan mereka meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pada konsentrasi yang lebih rendah tetapi menghambat pada konsentrasi yang lebih tinggi (Maliwal, dkk. 2004).

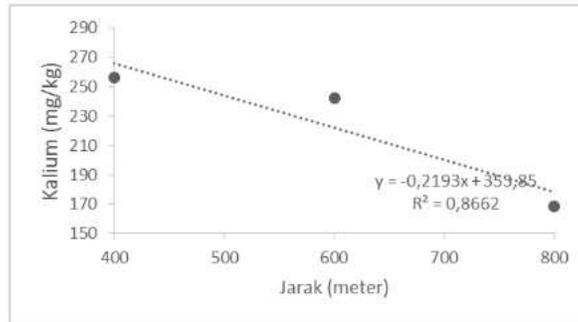
8. Kalium

Kalium merupakan salah satu unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman selama proses keberlangsungan hidupnya. Kalium mengaktifkan beberapa enzim yang digunakan dalam respirasi dan fotosintesis, selain itu juga berperan dalam mengatur potensi osmotik dalam sel tumbuhan (Utomo dkk, 2016).



Gambar 15. Kandungan K Tanah

Gambar 15 menunjukkan bahwa nilai kalium pada kriteria sedang berdasarkan kriteria FAO (1990), dengan kisaran nilai 168,5-256,2 mg K/kg, dimana nilai rata-rata kalium tertinggi pada tanah C dengan nilai 256,2 mg K/kg dan terendah terdapat pada tanah E dengan nilai 168,5 mg K/kg.



Gambar 16. Hubungan antara Kandungan K Tanah dengan Jarak Pengambilan Sampel

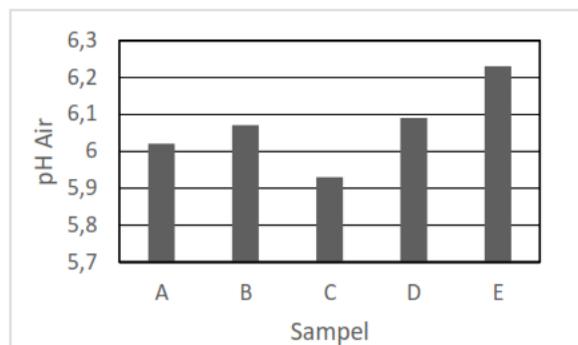
Berdasarkan Gambar 16, hasil uji koefisien determinasi pada jarak 400 m (sampel C hingga E) menunjukkan nilai R-square sebesar 0,8662 (86,82%), sehingga diketahui bahwa pengaruh jarak dari sumber limbah secara simultan terhadap nilai kalium sebesar 86,62% (kuat >0,67, Chin, 1998), sedangkan sisanya 13,38% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diuji dalam penelitian ini.

Penggunaan limbah cair pabrik gula yang mengandung abu menjadi salah satu faktor yang menjelaskan kandungan kalium meningkat dengan semakin dekatnya pada sumber pembuangan. Air limbah mengandung sejumlah besar abu terbang yang kemudian terakumulasi di tanah dan menyumbang pada peningkatan kandungan K pada tanah (Tabriz dkk, 2011). Jumlah kalium pada tanah tergantung pada bahan induk tanah, K yang diperoleh dari pemupukan, tingkat pelapukan, kerugian akibat pemindahan tanaman, pencucian dan erosi (Lalitha, 2014).

Peningkatan nilai kalium yang didapat dari irigasi limbah cair pabrik gula berkaitan dengan kesuburan tanah. Secara umum kandungan nilai unsur hara menggambarkan kesuburan tanah, semakin tinggi kandungan hara (sampai batas tertentu) makin tinggi kesuburan suatu tanah (Utomo, 2016).

9. pH Air

Pengukuran pH air dapat mencerminkan reaksi larutan hara dan kimia air. Level pH pada larutan unsur hara sangat menentukan ketersediaan dan kelarutan dari unsur hara bagi tanaman yang dalam hal ini menyangkut irigasi (Susila dan Purwanto, 2013).



Gambar 17. Nilai pH Air

Gambar 17 menunjukkan bahwa nilai pH air irigasi pada seluruh titik berada di luar nilai batas standar air irigasi berdasarkan kriteria PP No 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Nasional. Nilai yang didapat pada kisaran 5,93-6,23 dimana kisaran pH yang baik untuk irigasi (kelas IV) pada kisaran 6-9. Dari keseluruhan pengamatan, nilai pH tertinggi pada tanah E dengan nilai 6,23 dan terendah terdapat pada tanah C dengan nilai 5,93.

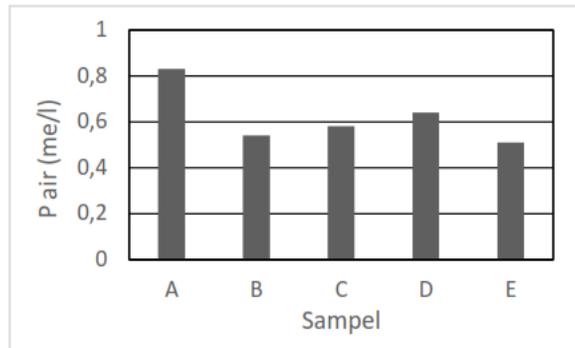
Nilai pH yang diperoleh dari seluruh sampel berada di luar batas standar irigasi yang artinya air irigasi tersebut pada dasarnya kurang baik digunakan sebagai irigasi.

Hasil uji koefisien determinasi pada menunjukkan bahwa (pada lokasi dengan jarak yang tercakup dalam penelitian ini) kemasaman yang terjadi pada air irigasi di pengaruhi oleh penambahan limbah cair pabrik gula ke badan air yang digambarkan oleh nilai R-square pada yang disajikan pada Gambar 18 sebesar 0,9985 (kuat >0,67, Chin, 1998).

Sumber kemasaman yang terjadi pada limbah cair pabrik gula salah satunya disebabkan oleh kandungan bahan organik, asam fosfat serta asam klorida yang tinggi. Asam klorida dan soda kaustik digunakan dalam proses pengolahan di pabrik gula sebagai pembersih evaporator untuk menglangkan pembentukan endapan pada permukaan tabung (Musaa khan dkk, 2019). Asam fosfat yang digunakan dalam proses pengolahan gula sebagian kecil dilepaskan ke air limbah melalui pencucian (Tabriz dkk, 2011). Akumulasi bahan organik merupakan salah satu faktor eksternal yang dapat menimbulkan kemasaman pada tanah (Utomo dkk, 2016).

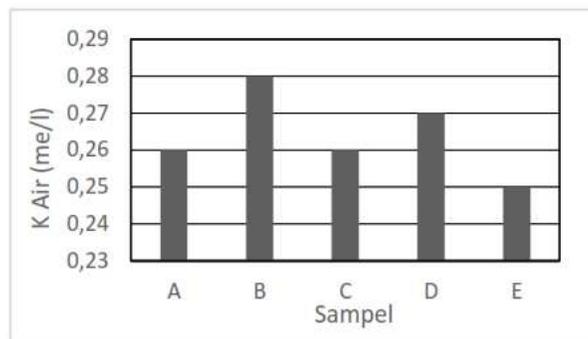
10. Kandungan Unsur Hara Air Irigasi

Air merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan, dalam pertanian kekurangan air merupakan salah satu faktor pembatas terhadap pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur hara dalam air irigasi mencerminkan kualitas air tersebut dalam kaitannya dengan kebutuhan tanaman akan air dan unsur hara.



Gambar 19. Nilai P Air Irigasi

Gambar 19 menunjukkan bahwa nilai fosfor air irigasi pada seluruh titik berada dalam nilai batas standart air irigasi berdasarkan kriteria Ayers dan Westcot (1985). Nilai yang didapat pada kisaran 0,51-0,83 me/l dimana nilai fosfor yang baik untuk irigasi pada nilai dibawah 2 me/l. Dari keseluruhan pengamatan, nilai fosfor tertinggi pada tanah A dengan nilai 0,83 me/l dan terendah terdapat pada tanah E dengan nilai 0,51 me/l.

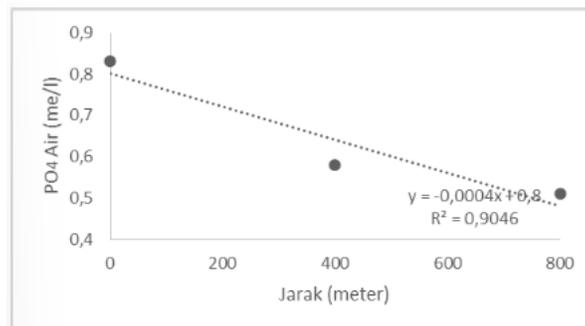


Gambar 20. Nilai K Air Irigasi

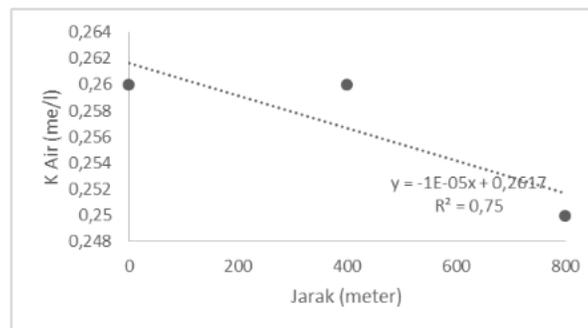
Gambar 20 menunjukkan bahwa nilai kalium air irigasi pada seluruh titik berada dalam nilai batas standart air irigasi berdasarkan kriteria Ayers dan Westcot (1985).

Nilai yang didapat pada kisaran 0,25-0,28 me/l dimana nilai kalium yang baik untuk irigasi pada nilai

dibawah 2 me/l. Dari keseluruhan pengamatan, nilai kalium tertinggi pada tanah B dengan nilai 0,28 me/l dan terendah terdapat pada tanah E dengan nilai 0,25 me/l. Nilai unsur P dan K yang diperoleh dari seluruh sampel berada dalam batas standar irigasi yang artinya air tersebut layak digunakan sebagai irigasi.



Gambar 21. Hubungan antara Nilai PO₄ Air Irigasi dengan Jarak Pengambilan Sampel



Gambar 22. Hubungan antara Nilai K Air Irigasi dengan Jarak Pengambilan Sampel

Berdasarkan Gambar 21 dan Gambar 22, hasil uji koefisien determinasi menunjukkan bahwa (pada lokasi dengan jarak yang tercakup dalam penelitian ini) kandungan P dan K yang terkandung dalam air irigasi di pengaruhi oleh penambahan limbah cair pabrik gula ke badan air. Hal ini dibuktikan dengan nilai R-square sebesar 0,9046 dan 0,75 (kuat >0,67, Chin, 1998).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas, kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Kandungan unsur hara dan bahan organik limbah cair Pabrik Gula Krebet berpengaruh terhadap beberapa nilai sifat fisika dan kimia tanah yaitu pada parameter bobot isi, porositas, bahan organik, pH, KTK, N total dan kalium tanah serta terhadap nilai kandungan air limbah yaitu pH air, PO₄ dan kalium air, akan tetapi tidak berpengaruh pada sifat kimia tanah pada parameter P₂O₅ tanah.
2. Kandungan unsur hara dan bahan organik limbah cair Pabrik Gula Krebet berkorelasi negatif dan positif terhadap beberapa nilai sifat fisika dan kimia tanah, semakin jauh jarak dari titik pembuangan limbah dapat menurunkan nilai atau berkorelasi negatif terhadap porositas, bahan organik, KTK, N total, kalium tanah dan kandungan air limbah pada parameter PO₄ air dan kalium air, akan tetapi meningkatkan nilai atau berkorelasi positif terhadap bobot isi dan pH tanah serta kandungan air limbah pada parameter pH air.
3. Air irigasi yang tercampur dengan limbah cair pabrik gula Krebet mengalami peningkatan nilai kemasaman serta nilai P dan K dengan semakin dekatnya ke sumber limbah, pada jarak yang tercakup pada penelitian ini nilai pH melebihi batas standar baku mutu PP No 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Nasional, akan tetapi nilai P dan K masih memenuhi standar baku mutu air irigasi Ayers dan Westcot.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala (1989) *Konservasi Tanah dan Air*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ayers. R. S dan Westcot. D. W, 1985. *Water Quality for Agriculture*. Library Copy California Regional Water Quality Control Board. Roma, Italy.
- Azmul, Yusran, Irmasari (2016) Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah). *Warta Rimba* Volume 4, Nomor 2 pp. 24-31. Sulawesi.
- Chin, W. W. (1998) *The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling*. *Modern Methods for Business Research*, 295-336.
- FAO (1976) *A Framework for Land Evaluation*. Soil Resources Management and Conservation Service Land and Water Development Division. FAO Soil Bulletin No. 32. FAO-UNO. Rome.
- Henrianto, A., Okalia, D. and Mashadi, M. (2019) Uji Beberapa Sifat Fisika Tanah Bekas Tambang Emas Tanpa Izin (Peti) di Tiga Kecamatan di Daratan Sepanjang Sungai Kuantan. *Jurnal AgronomiTanaman Tropika (Juatika)*, 1(1), pp.19–31. doi:10.36378/juatika.vi1.4.
- Kurniawan, D. (2018) *Kajian Nilai Kepadatan Tanah (Bulk Density) Dalam Alih Guna Lahan dari Monokultur Tebu menjadi Agroforestri Berbasis Sengon di Kedungkandang Malang*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lalitha, M. dan Dhakshinamoorthy, M. (2014) *Forms of soil potassium - a review*, *Agri. Reviews*, vol. 35(1): 64–68.
- Maliwal, G.L., K.P. Patel, K.C. Patel and M.N. Patel (2004) "Pollution studies on sugar mill effluent, physico-chemical properties and toxic metals". *Poll. Res.*, 14: 231-238.
- Musaa Khan, M., Yang, Y. & Din, I.- (2019) Impacts of sugar mill's effluent on soil and plant's seed germination, Punjab, Pakistan. *SDRP Journal of Earth Sciences & Environmental Studies*. [Online] 4 (3), 623–637. Available from: doi:10.25177/jeses.4.3.ra.507.
- Poddar, P.K. & Sahu, O. (2015) *Quality and management of wastewater in the sugar industry*. *Applied Water Science* 7(1): 461-468.
- PPT (1995) *Kombinasi Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburannya*. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- Prasetyo A. (2018) *Pengaruh Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Beberapa Sifat Tanah di Lahan Sawah di Desa Sukokerto Kecamatan Pajajaran Kabupaten Probolinggi*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Pusat Penelitian Tanah (1983) *Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Rhofita, E. I, & Russo, A. E. (2019) *Efektifitas Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Gula di Kabupaten Kediri dan Kabupaten Sidoarjo*. UIN Sunan Ampel Surabaya. Surabaya.
- Saidy, A, R. (2018) *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.

Susila & Roedhy Poerwanto (2013) Irigasi dan Fertigasi. Departemen Agronomidan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Utomo, Muhajir; Sudarsono; Rusman, Bujang; Sabrina, Tengku; Lumranraja, Jamalam; Wawan (2016) Ilmu Tanah Dasar-Dasar Pengelolaan. Prenedamedia Group. Jakarta.