

# soil Electrical Conductivity

Soil Quality Kit – Guides for Educators



Kekonduksian elektrik tanah (EC) ialah ukuran jumlah garam dalam tanah (kemasinan tanah). Ia adalah penunjuk penting kesihatan tanah. Ia menjejaskan hasil tanaman, kesesuaian tanaman, ketersediaan nutrien tumbuhan, dan aktiviti mikroorganisma tanah yang mempengaruhi proses tanah utama termasuk pelepasan gas rumah hijau seperti nitrogen oksida, metana dan karbon dioksida. Garam berlebihan menghalang pertumbuhan tumbuhan dengan menjejaskan keseimbangan air tanah. Tanah yang mengandungi garam berlebihan berlaku secara semula jadi dalam iklim gersang dan separa gersang. Tahap garam boleh meningkat akibat daripada penanaman, pengairan, dan pengurusan tanah. Walaupun EC tidak memberikan pengukuran langsung bagi ion atau sebatian garam tertentu, ia telah dikaitkan dengan kepekatan nitrat, kalium, natrium, klorida, sulfat dan ammonia. Untuk tanah bukan masin tertentu, menentukan EC boleh menjadi cara yang mudah dan menjimatkan untuk menganggarkan jumlah nitrogen (N) yang tersedia untuk pertumbuhan tumbuhan.

## Faktor Sendiri yang Mempengaruhi Tanah EC

Faktor inheren yang mempengaruhi EC termasuk mineral tanah, iklim dan tekstur tanah yang tidak boleh diubah.

Garam berasal daripada pereraian (pelapukan) mineral dan batuan. Di kawasan yang mempunyai jumlah hujan yang tinggi, garam larut daripada mineral dan batu dibuang di bawah zon akar, akhirnya ke dalam sistem air bawah tanah yang dalam atau ke dalam sungai yang mengangkut garam ke lautan. Sebaliknya, di kawasan gersang atau di kawasan yang kurang hujan atau masin

air pengairan digunakan, garam larut lebih berkemungkinan terkumpul dan kekal berhampiran permukaan tanah, mengakibatkan EC tinggi.

Tanah yang terkena garam terutamanya berlaku di barat Amerika Syarikat; di kawasan gersang atau separa gersang di mana hujan tahunan adalah rendah.

Kerana garam bergerak dengan air; kawasan rendah, lekukan atau kawasan basah lain di mana air terkumpul cenderung lebih tinggi di EC berbanding di sekeliling kawasan yang lebih tinggi dan bersaliran lebih baik. Tanah liat yang didominasi oleh mineral lempung yang mempunyai kapasiti pertukaran kation (CEC) yang tinggi seperti smectite mempunyai EC yang lebih tinggi daripada tanah liat yang didominasi oleh mineral lempung yang mempunyai CEC yang rendah seperti kaolinit. Tanah dengan lapisan terhad, seperti tanah liat, biasanya mempunyai EC yang lebih tinggi kerana garam tidak boleh larut lesap dari zon akar dan terkumpul pada permukaan. Air penyusupan juga boleh berinteraksi dengan batuan dasar yang mengharungi pelepasan garam yang mewujudkan rembesan garam di mana ia keluar.

## Pengurusan kemasinan

EC tanah dipengaruhi oleh penanaman, pengairan, penggunaan tanah, dan penggunaan baja, baja, dan kompos.

Apabila menguruskan kemasinan di tanah pengairan, kemasinan air pengairan juga mesti diukur.

Pengairan dalam jumlah yang terlalu rendah untuk melarutkan garam, atau dengan air yang mengandungi garam yang tinggi, membolehkan garam terkumpul di zon akar, meningkatkan EC.

Paras kemasinan sedia ada dan jumlah garam yang terkandung dalam baja dan sisa perbandaran perlu dipantau rapi untuk mengelakkan masalah kemasinan, terutamanya dalam iklim gersang. Penggunaan baja nitrogen boleh meningkatkan kemasinan dan perlu dipantau dengan teliti, terutamanya di tapak yang berpotensi membimbangkan kemasinan.

Pengurusan yang membawa kepada bahan organik yang rendah, penyusupan yang lemah, saluran yang lemah, tanah tepu atau pepadatan boleh meningkatkan EC dan keupayaan tanah untuk menampun EC.

Apabila menyiram, air tambahan di luar tanaman keperluan boleh digunakan untuk membuang garam berlebihan di bawah zon akar dan mengekalkan tahap EC, yang berdasarkan toleransi tanaman. Penjagaan diperlukan apabila menggunakan air tambahan untuk melarutkan garam kerana tanah

boleh menjadi berair, membolehkan garam terkumpul. Meninggalkan sisa tanaman di permukaan menghadkan penyejatan, dan mengekalkan kelembapan tanah

membolehkan hujan dan pengairan menjadi lebih berkesan dalam melarutkan garam. Dalam sesetengah kes, gabungan pengairan, dan saluran adalah perlu untuk mengurangkan kemiskinan. Langkah pengurusan tanah yang baik untuk mengekalkan bahan organik tanah dan kesihatan tanah secara keseluruhan, mesti digunakan untuk mengekalkan tahap EC yang dikehendaki

## Masalah Berkaitan EC dan Hubungan EC dengan Fungsi Tanah

Tahap kekonduksian elektrik boleh berfungsi sebagai penunjuk tidak langsung bagi jumlah air dan

nutrien larut air tersedia untuk pengambilan tumbuhan seperti nitrat-N. Kawasan tanah masin perlu

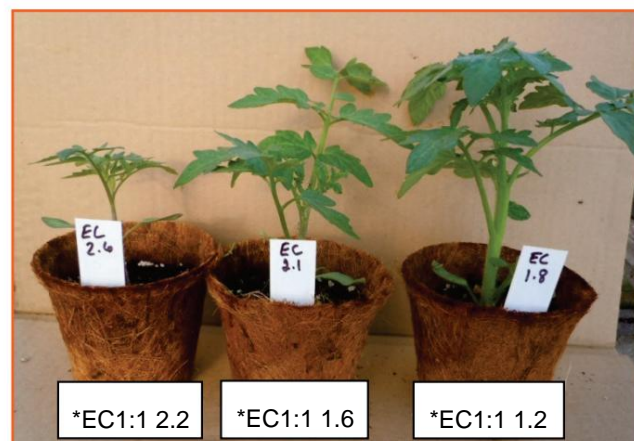
dikenal pasti dan diurus secara berbeza daripada kawasan tanah bukan masin. Aktiviti mikroorganisma tanah

menurun apabila EC meningkat. Ini memberi kesan kepada proses tanah yang penting seperti respirasi, penguraian sisa, nitrifikasi, dan denitrifikasi (Jadual 1).

Tanah dengan kepekatan garam natrium yang tinggi (keadaan sodik) mempunyai masalah tambahan, seperti struktur tanah yang lemah, penyusupan atau saluran yang lemah, dan ketoksikan untuk banyak tanaman. Setiap tanaman mempunyai toleransi garam. Jadual 3 menunjukkan peratus pengurangan hasil berdasarkan aras EC tanah.

Bacaan EC1:1 kurang daripada 1 dS/m, tanah dianggap bukan masin (Jadual 2) dan tidak memberi kesan kepada kebanyakan tanaman dan proses mikrob tanah (Jadual 1 dan 3). Bacaan EC1:1 lebih daripada 1 dS/m, dianggap salin dan memberi kesan kepada proses mikrob yang penting, seperti kitaran nitrogen, penghasilan gas nitrus dan N oksida lain, respirasi dan penguraian; populasi nematod tumbuhan-parasit boleh meningkat; dan peningkatan kehilangan nitrogen.

Kemiskinan yang sedikit hingga sederhana boleh menghalang pertumbuhan tanaman seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.



Rajah 1. Nilai EC1:1 menggunakan kompos dan air paip untuk tomato (Gage, 2012).

\* EC1:1 nilai kompos dilaraskan untuk air telaga Nilai EC 1.0 dS/m kepada nilai untuk air suling ditunjukkan sebagai nilai nota kaki di bawah setiap pasu dalam Rajah 1. Bacaan kompos EC1:1 telah dilaraskan seperti berikut: air suling = Kompos EC1:1 dalam air periği – (EC air periği / Kompos EC1:1 dengan air periği) = 2.6 – (1/2.6) = 2.6 – (.385) = 2.22 dS/m.

**Jadual 1. Pengaruh EC tanah ke atas proses mikrob dan pengeluaran N gas dalam tanah yang dipinda dengan natrium klorida (NaCl) atau baja nitrogen (selepas Smith dan Doran, 1996 (Jadual 10-5 & 10-6) dan Advent-Borbe et al., 2006).**

Proses	EC1:1 Julat (dS/m)	Pengurangan/Peningkatan Relatif (%)	Ambang EC1:1
Pernafasan	0.7 hingga 2.8	-17 hingga -47	0.7
Penguraian	0.7 hingga 2.9	-2 hingga -25	0.7
Nitrifikasi	0.7 hingga 2.9	-10 hingga -37	0.7
Denitrifikasi	1.0 hingga 1.8	+32 hingga +88	1.0
* Penghasilan gas N <sub>2</sub> O anaerobik (nitrat tinggi)	0.02 hingga 2.8	+1500 hingga +31,500	1.0-1.5
* Penghasilan gas N <sub>2</sub> O anaerobik (nitrat rendah)	0.5 hingga 2.0	+ 200 hingga + 90,000	0.7-1.0

\*Nilai EC melebihi 1.0 dS/m meningkatkan pengeluaran gas nitrous oksida (**N<sub>2</sub>O**) daripada penyahitanaman di bawah keadaan anaerobik (90% atau lebih ruang pori berisi air) sebanyak lebih 15 hingga 315 kali ganda dengan paras nitrat yang agak tinggi. Nitrus oksida hampir 300 kali lebih kuat daripada karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai gas rumah hijau dan menipiskan ozon di atmosfera atas.

**Jadual 2. Kelas kemasinan dan hubungan antara nilai EC1:1 dengan ECe (Smith dan Doran, 1996 diadaptasi daripada Dahnke & Whitney, 1988).**

Tekstur	Darjah Kemasinan (Kelas Kemasinan)					
	Jangan Saline	Sikit-sikit Saline	Sederhana Saline	dengan kuat Saline	sangat Saline	Nisbah daripada EC1:1 hingga ECe
Kaedah EC1:1 (dS/m)						
Pasir kasar hingga liat	0-1.1	1.2-2.4	2.5-4.4	4.5-8.9	9.0+	0.56
Pasir halus berlempung hingga berlempung	0-1.2	1.3-2.4	2.5-4.7	4.8-9.4	9.5+	0.59
Lempung kelodak kepada lempung liat	0-1.3	1.4-2.5	2.6-5.0	5.1-10.0	10.1+	0.63
Lempung tanah liat berkelodak kepada tanah liat	0-1.4	1.5-2.8	2.9-5.7	5.8-11.4	11.5+	0.71
Kaedah ECE (dS/m)						
Semua tekstur	0-2.0	2.1-4.0	4.1-8.0	8.1-16.0	16.1+	NA

**Jadual 3. Toleransi garam dan penurunan hasil melebihi ambang EC (Smith dan Doran, 1996; EC1:1 berdasarkan Hoffman & Maas 1977).**

Tanaman)	Ambang ECe (dS/m)	Ambang EC1:1 (dS/m)	Pengurangan Hasil (%) setiap Unit EC1:1 (dS/m) Melepassi Ambang
Barli	8.0	4.5 hingga 5.7	5.0
Kapas	7.7	4.3 hingga 5.5	5.2
bit gula	7.0	3.9 hingga 5.0	5.9
Gandum	6.0	3.4 hingga 4.3	7.1

Ryegrass, saka	5.6	3.1 hingga 4.0	7.6
Kacang soya	5.0	2.8 hingga 3.6	20.0
Fescue yang tinggi	3.9	2.2 hingga 2.8	5.3
Wheatgrass, jambul	3.5	2.0 hingga 2.5	4.0
kacang tanah	3.2	1.8 hingga 2.3	29.0
Beras; Vetch, biasa	3.0	1.7 hingga 2.1	12.0
tomato	2.5	1.4 hingga 1.8	9.9
Alfalfa	2.0	1.1 hingga 1.4	7.3
Jagung & Kentang	1.7	1.0 hingga 1.2	12.0
Clover, berseem; Orchardgrass; Anggur; Lada lada	1.5	0.8 hingga 1.1	5.7
Selada & Cowpea	1.3	0.7 hingga 0.9	13.0
Kacang hijau	1.0	0.6 hingga 0.7	19.0

Apakah amalan semasa yang anda fikir mempengaruhi EC tanah?

---



---



---

Apakah kesan yang anda jangkakan oleh amalan ini terhadap EC tanah dan mengapa?

---



---



---

### **Mengukur EC Tanah (Menggunakan Kaedah EC1:1 )**

#### **Bahan yang Diperlukan untuk Mengukur Tanah EC**

\_\_\_ Siasatan tanah dan baldi plastik untuk mengumpul dan mencampurkan sampel tanah

\_\_\_ 1/8-cawan (29.5-mL) sudu penyukat

\_\_\_ Botol pancut

\_\_\_ Air suling atau air hujan

\_\_\_ Botol goncang 120-mL yang ditentukkan dengan penutup

\_\_\_ Siasatan EC (biru dengan penutup hitam)

\_\_\_ Pemegang probe dengan perintang penentukkan medan (470 ohm)

\_\_\_ Penyelesaian penentukkan 1.41-dS/m

\_\_\_ Pen, buku nota lapangan, sharpie dan kunci zip beg

**Pertimbangan** – Oleh kerana EC tanah adalah berubah-ubah, berbilang sampel harus diambil dari berbilang lokasi. Lihat kawasan pensampelan untuk bintik-bintik kosong yang besar, kawasan dengan tumbuhan pendek, kawasan tumbuh-tumbuhan tumbuh lebih baik, atau kawasan lain yang berkemungkinan kemasinan. Kawasan ini harus diambil sampel secara berasingan.

### Prosedur Langkah demi Langkah

**Penentuan:** Pastikan probe EC ditentukan sebelum dimulakan.

Kalibrasi probe EC dengan merendamnya dalam larutan garam standard (1.41 dS/m) pada 25 darjah C (77 darjah F) dan hidupkan tombol pelarasan

kuar dengan pemutar skru sehingga kuar membaca 1.4, kemudian masukkan probe EC (Rajah 2) ke dalam perintang penentuan pada pemegang kuar dan rekod bacaan untuk kegunaan masa hadapan.

Bacaan masa hadapan diambil pada suhu yang sama.



**Rajah 2. Probe EC dimasukkan ke dalam perintang pada holster untuk memeriksa kalibrasi (Doran & Kucera, 2012).**

1. **Pensampelan Tanah:** Tahap EC tanah sangat berubah-ubah, bergantung pada pengurusan masa lalu, lokasi ladang dan masa dalam setahun. Contohnya termasuk, penempatan baja dalam baris berbanding antara baris, tekstur tanah, kandungan bahan organik dan penggunaan baja atau baja. Menggunakan tanah

kuar mengumpulkan sekurang-kurangnya 10 sampel kecil secara rawak dari kawasan yang mewakili jenis tanah dan sejarah pengurusan hingga kedalaman 8 inci dan letakkan dalam baldi plastik kecil. Jangan masukkan batu besar dan sisa dalam sampel.

Ulangi langkah ini untuk setiap kawasan persampelan.

2. Tampalkan satu sudu pensampelan (29.5 mL) tanah campuran dengan memukul senduk dengan berhati-hati pada permukaan aras keras dan letakkan tanah dalam botol bancuhan plastik. Tambah satu sudu (29.5 mL) air suling ke dalam botol yang sama. Botol akan mengandungi nisbah 1:1 tanah kepada air, berdasarkan isipadu.
3. Tutup botol dengan ketat dan goncang 25 kali.
4. Tanggalkan penutup, hidupkan probe EC, dan masukkan ke dalam campuran tanah-air dalam vial, memastikan hujung probe dengan baik di kawasan tengah ampai tanah. Ambil bacaan semasa zarah tanah masih terampai dalam larutan. Untuk mengelakkan zarah tanah daripada mendap, kacau perlahan-lahan dengan probe EC. Jangan rendam probe melebihi rendaman maksimum tahap.
5. Selepas bacaan stabil selama kira-kira 10 saat, rekod EC1:1 dalam dS/m.
6. Simpan campuran tanah-air untuk pengukuran pH, nitrat, nitrit dan fosforus, jika berkenaan.
7. MATIKAN dan bilas EC probe dengan air suling dan gantikan penutup.

## Tafsiran

Catitkan bacaan EC1:1 tanah dan lengkapkan Jadual 4 yang lain dengan membandingkan bacaan dengan nilai dalam

Jadual 1, 2, dan 3 dan menjawab soalan perbincangan.

Jadual 4. EC tanah (kemasinan) dalam tanah permukaan dan tafsiran.

Tapak	tanah EC1:1 (dS/m)	Ijazah Tekstur	kemasinan	pH	* Nitrat Anggaran (ppm)	Proses Mikrob Terpengaruh	Tanaman Terpengaruh	Nota:
Tidak Sampai	0.3	Kelodak tanah liat	Jangan masin	7.0	42	T/A	T/A	42 ppm adalah memadai untuk jagung N keperluan
bersidang nasional Sehingga	1.2	Kelodak tanah liat	Masin sedikit	7.8	NA	Pernafasan, penguraian, dan nitrifikasi  penurunan; kehilangan nitrogen (N <sub>2</sub> & N <sub>2</sub> O) melalui denitrifikasi  bertambah	Alfalfa dan sayur-sayuran	Bacaan diambil selepas N baja digunakan

\* Paras nitrat tanah boleh dianggarkan dalam tanah bukan masin dengan pH kurang daripada 7.2, menggunakan persamaan ini:

$$140 \times EC1:1 \text{ (dalam dS/m)} < \text{atau} = \text{nitrat-nitrogen tanah dalam ppm.}$$

Sebagai contoh;  $140 \times 0.01 \text{ dS/m} = 1.4 \text{ ppm nitrat-nitrogen.}$

Adakah keputusan ujian EC tanah seperti yang anda jangkakan? Mengapa atau mengapa tidak?

---



---



---

Bandingkan hasil EC tanah dengan nilai dalam Jadual 1, 2 dan 3. Adakah tahap EC sesuai untuk tanaman atau makanan ternakan yang ditanam dan proses mikrob tanah? Mengapa atau mengapa tidak?

---



---



---

## Glosari

**Kation-Exchange Capacity (CEC)** – Kapasiti tanah untuk menukar kation (ion bercas positif). Tanah liat atau kandungan bahan organik yang tinggi mempunyai tanah yang lebih tinggi CEC daripada bahan organik rendah atau tanah berpasir.

**Denitrifikasi** - Penukaran dan kehilangan nitrat nitrogen ke atmosfera dalam pelbagai bentuk gas, kerana kekurangan oksigen apabila tanah menjadi tepu dengan air.

**dS/m** – Unit ukuran untuk kekonduksian elektrik tanah dalam deciSiemens per meter.

Kaedah **ECE** – Kaedah makmal piawai yang diterima untuk ujian EC tanah menggunakan ekstrak pes tepu (tidak perlu dilaraskan untuk tekstur tanah). Jadual 2 menyediakan hubungan antara nilai EC1:1 dan E<sub>ce</sub>.

Kaedah **EC1:1** – Kaedah ujian EC tanah yang diterangkan dalam dokumen ini menggunakan campuran air tanah 1:1 yang mesti diselaraskan untuk tekstur tanah (rujuk Jadual 2).

**Nitrifikasi** – Penukaran ammonium sebatian dalam bahan organik, atau baja menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteria tanah, menjadikan nitrogen tersedia untuk tumbuhan.

**Nitrogen Oksida** – Keluarga gas nitrogen yang boleh dihasilkan oleh aktiviti manusia dan dilepaskan ke atmosfera. Kehilangan gas nitrogen daripada tanah meningkat 10 hingga 100 kali ganda melalui nitrifikasi, dalam keadaan tanah kering; atau melalui denitrifikasi, di bawah keadaan tanah tepu. Kehilangan tanah daripada gas nitrogen oksida juga meningkat, apabila nilai EC melebihi 1 hingga 2 dS/m.

**Respirasi** – Pembebasan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) daripada tanah disebabkan oleh aktiviti biologi tanah (iaitu, mikroorganisma dan akar) dan penguraian.

**Tanah Masin/Sodik** – Tanah masin mempunyai kandungan garam larut yang tinggi yang menjejaskan proses tanah secara negatif, produktiviti dan kesihatan tanah secara keseluruhan. Apabila natrium (Na<sup>+</sup>) mendominasi, tanah masin boleh menjadi sodik. Tanah sodik memberikan cabaran tertentu kerana ia cenderung mempunyai struktur yang lemah, menghalang penyusupan air dan saliran.

### Rujukan:

Adviento-Borbe, MAA, JW Doran, RA Drijber, dan A. Dobermann. 2006. Kekonduksian elektrik tanah dan kandungan air menjejaskan pelepasan nitrus oksida dan karbon dioksida dalam tanah yang diurus secara intensif. *Jurnal Kualiti Alam Sekitar* 35:1999-2010.

Dahnke. WC dan DA Whitney. 1988.

Pengukuran kemasinan tanah, hlm. 32-34. *Dalam* Prosedur ujian kimia tanah yang disyorkan untuk Wilayah Tengah Utara. NCR Publ. 221. Disemak.

North Dakota Agric. Exp. Sta. lembu jantan. 499. Fargo, ND. Maas, EV dan GJ Hoffman. 1977. Toleransi garam tanaman-penilaian semasa. *J. Irrig. longkang. Div. Am. Soc. Siv. En.* 103:115-134.

Patriquin, DE, H. Blaikie, MJ Patriquin, dan C.

Yang. 1993. Pengukuran pH di ladang, kekonduksian elektrik, dan nitrat dalam ekstrak tanah untuk memantau gandingan dan penyahgandingan kitaran nutrien. *biol. Agric. Hortik.* 9:231-272.

Smith, JL dan JW Doran. 1996. Pengukuran dan penggunaan pH dan kekonduksian elektrik untuk analisis kualiti tanah. P. 169-185 *Dalam* JW Doran dan AJ Jones (ed.) Kaedah untuk menilai kualiti tanah. *Spec Persatuan Sains Tanah Amerika.* Publ. 49. SSSA, Madison, WI.

*USDA ialah penyedia dan majikan peluang sama rata.*