



Penentuan Nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah Menggunakan Alat Ecimeter Sederhana. Studi Kasus: Kelurahan Lambuang Bukik, Padang

Determination of Electric Conductivity Index (Eci) Value of Soil Using Simple Ecimeter. Case Study: Kelurahan Lambuang Bukik, Padang

DP Daulay^{1*}, M Viyona¹, MIA Lubis², Husniati M², M Makky², L Aini³, Nur Hasnah AR⁴

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Pondok Meja , Kota Jambi (36364), Indonesia.

²Program Studi Teknik Pertanian dan Biositem, Fakultas Teknologi Pertanian, Limau manis, Kota Padang (25163), Indonesia.

³Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Pondok meja , Kota Jambi (36364), Indonesia.

⁴Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km 12,5, Pekanbaru (28293), Indonesia

**Email koresponden author : dianapebrianidly@unja.ac.id*

Diterima 05 Januari 2023 / Disetujui 10 Maret 2023

ABSTRACT

The nature, elements, and characteristics of soil play a crucial role in determining its capacity to enhance plant productivity. Consequently, each type of soil exhibits distinct properties, elements, and characteristics. Many individuals utilize the soil's electrical conductivity (EC) value as an indicator to assess soil fertility in agricultural areas. The assessment of soil fertility based on the EC value serves as a parameter for evaluating the condition of agricultural land, exemplifying one of its applications in precision agriculture. The mapping of soil EC values proves instrumental in minimizing the expenses associated with sample testing and laboratory analyses during the examination of agricultural land. The electrical conductivity of soil arises due to the presence of free salt content within the soil's water content and exchangeable ion content located on the surface of solid soil particles. This study aims to ascertain and forecast plant water requirements and suitable plant types based on Electric Conductivity Index (ECi) values obtained from a case study in Lambuang Bukik Village, Kuranji District, Padang, West Sumatra. The research employed experimental methods, involving various stages such as designing a straightforward soil Electric Conductivity Index measuring instrument. The findings revealed that the ECi values on this particular land ranged from 1.44115 to 3.58351 mS/cm. Analyzing the ECi range values for the Lambuang Bukik Village in Kuranji Padang District, West Sumatra, identified potential crops suitable for cultivation on this land, including rice, peanuts, corn, cabbage, spinach, cucumber, celery, tomatoes, potatoes, and horseradish. Furthermore, the ECi value serves as a determinant for assessing the production potential of the identified crops.

Keywords: *Soil Electric Conductivity, Electric Conductivity Index, Soil*

ABSTRAK

Sifat, unsur dan karakteristik tanah tanah di butuhkan untuh mengetahui kemampuan tanah dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Hal ini pada setiap tanah memiliki sifat, unsur dan karakteristik yang berbeda. Penentuan kondisi kesuburan tanah suatu lahan pertanian secara luas sudah banyak dengan menggunakan Nilai konduktivitas listrik (EC) tanah. Penentuan kesuburan tanah dengan berdasarkan Nilai konduktivitas listrik (EC) tanah menjadi suatu parameter untuk melihat kondisi dari lahan pertanian menjadi salah satu pengablikasiannya pada pertanian presisi. Pemetaan dalam menentuka nilai EC tanah dapat mengurangi biaya pengujian sampel dan Analisa dilaboratorium dalam proses menganalisa lahan pertanian. Daya hantar listrik tanah terjadi karena eksistensi kandungan garam bebas yang terdapat pada kadar air tanah dan kandungan ion dapat ditukar yang terdapat pada permukaan partikel padat tanah. Tujuan penelitian ini adalah menentukan dan memprediksi kebutuhan air tanaman dan jenis tanaman berdasarkan nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) yang dihasilkan pada salah satu lahan studi kasus di Kelurahan Lambuang Bukik Kecamatan Kuranji Padang Sumatera Barat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Beberapa tahap yang dilakukan pada penelitian ini yaitu tahap merancang alat ukur *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah sederhana. Hasil yang diperoleh bahwa pada lahan tersebut nilai *electric conductivity index* (ECi) berkisar pada rentang 1,44115 hingga 3,58351 mS/cm. Berdasarkan nilai rentang dengan ECi yang diperoleh bahwa pada lahan di Kelurahan Lambuang Bukik Kecamatan Kuranji Padang Sumatera Barat potensial tanaman yang dapat ditanami pada lahan tersebut adalah padi, kacang tanah, jagung, kubis, bayam, mentimun, seledri, tomat, kentang, dan lombok. Nilai ECi juga menentukan potensi produksi.

Kata kunci : Konduktivitas Listrik Tanah, Indeks Konduktivitas Listrik, Tanah

PENDAHULUAN

Pertanian memiliki beberapa unsur komponen yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan pertanian salah satunya adalah Tanah. Berdasarkan Susance et al, (2022). Tanah menjadi salah satu komponen lahan yang memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman serta memiliki fungsi sebagai tempat atau media tumbuh tanaman, menahan dan menyediakan air bagi tanaman, menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman serta mendukung pertumbuhan tanaman.

Penggunaan lahan yang sesuai pada budidaya pertanian sangat penting karena semakin meningkatnya kebutuhan akan pangan berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah penduduk serta adanya kemajuan teknologi. Menurut Wilson et al (2015), menyatakan bahwa setiap tanah memiliki sifat, karakteristik dan unsur yang berbeda-beda yang dibutuhkan tanah sehingga kemampuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman yang berbeda juga, maka dibutuhkan identifikasi terhadap tanah untuk mengetahui keadaan tanah dalam rangka perbaikan sifat, kimia dan biologi tanah.

Berdasarkan Grissol et al (2014), bahwa untuk mengetahui kondisi kesuburan tanah atau lahan pertanian secara luas sudah banyak dengan menggunakan Nilai konduktivitas listrik (EC) tanah. Salah satu pengaplikasiannya pada pertanian presisi yang menjadikan Nilai konduktivitas listrik (EC) tanah tersebut menjadi suatu parameter untuk melihat kondisi dari lahan pertanian. Pemetaan dalam menentuka nilai EC tanah dapat mengurangi biaya pengujian sampel dan Analisa dilaboratorium dalam proses menganalisa lahan pertanian.

Menurut Farah et al (2006), ada beberapa penelitian yang memiliki kolerasi dengan beberapa parameter seperti pada tekstur tanah, kandungan air tanah kapasitas kation dan kandungan bahan organik didalam tanah dengan nilai EC tanah. Sehingga dari beberapa atau

hampir semua parameter tersebut memiliki hubungan yang kompleks dan sangat mempengaruhi siklus dalam tanah (Luck et al, 2009). Daya hantar listrik tanah terjadi karena eksistensi kandungan garam bebas yang terdapat pada kadar air tanah dan kandungan ion dapat ditukar yang terdapat pada permukaan partikel padat tanah (Rhoades et al, 1996).

Pengukuran EC tanah memiliki beberapa kelebihan diantaranya kemudahan operasional, biaya operasional rendah, dan lebih cepat dibandingkan dengan metode pengukuran tanah metode yang unggul (Chaudari et al. 2014). Keunggulan penggunaan dan pengembangan teknologi pengukuran EC tanah telah berkembang seperti yang telah dilakukan Tuan et al (2004) Dimana mengembangkan metode pengukuran EC tanah untuk mendeteksi karakteristik hidrolik pergerakan air bawah permukaan pada lahan basah, Aimrun et al. (2009) juga telah menggunakan pengukuran EC tanah untuk membuat pemetaan kondisi tanah pada uatu lahan pertanian menggunakan peralatan sensor EC yang ditempatkan sebagai implement dan melakukan pengukuran EC untuk memprediksi salinitas lahan menggunakan teknik induksi elektromagnetik oleh (Lesch et al, 1995).

Kemajuan berbagai metode- metode dalam pengukuran atau pendugaan nilai EC tanah dalam memprediksi kondisi tanah pada suatu lahan telah banyak ditemukan , hal ini untuk kolerasi yang kuat dari parameter tanah dan nilai EC. Hal ini dapat dilihat pada metode pendugaan nilai EC tanah untuk menduga kondisi tanah di suatu lahan studi-studi terdahulu keterkaitan antara nilai EC dengan sifat dan kondisi tanah pada suatu lahan (Faharani et al, 2005). Timbul keinginan peneliti untuk mengetahui kesesuaian lahan terhadap jenis tanaman untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal dengan *input* yang kecil. Penggunaan alat ini sangat sederhana dan dapat dijangkau oleh masyarakat, oleh karena itu timbul ide untuk peneliti membuat alat *Electric Conductivity Index* (ECI) Tanah sederhana yang dapat mempermudah pekerjaan masyarakat dalam pemilihan tanaman yang berpotensi besar pada tanah media tanam. Tujuan penelitian ini adalah menentukan dan memprediksi kebutuhan air tanaman dan jenis tanaman berdasarkan nilai *Electric Conductivity Index* (ECI) yang dihasilkan pada salah satu lahan di Kelurahan Lambuang Bukik Kecamatan Kuranji Padang Sumatera Barat) Studi Kasus.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian salah satu lahan di Kelurahan Lambuang Bukik Kecamatan Kuranji Padang Sumatera Barat). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kawat tembaga dengan diameter 4 mm dan panjang 60 cm, garam, air dan tali rafia. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah meteran, kayu (patok), multimeter digital, penggaris, timbangan digital, gelas cawan, pisau, seperangkat *safety* (Helm kerja, Sepatu boot dan sarung tangan), seperangkat alat tulis dan laptop. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen dengan melakukan perancangan alat *Electric Conductivity Index* (ECi) sederhana dan melakukan pengujian dan pengambilan data langsung dilapangan . Beberapa tahap yang dilakukan pada penelitian ini yaitu tahap merancang alat ukur *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah sederhana.

Pelaksanaan Penelitian

Perancangan alat *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah sederhana dilaksanakan dengan dua tahap yaitu tahap pembuatan alat dan tahap pengujian alat.

1. Tahap Pembuatan Alat

Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah sederhana yang dirancang terdiri dari kawat tembaga dengan diameter 4 mm. kawat tembaga dipotong sepanjang 30 cm sebanyak dua buah, dimana pada salah satu ujung kawat di buka pelindung luar sepanjang 10 cm hal ini berdasarkan

modifikasi penelitian hermawan (2005). Dilakukan pengukuran tegangan pada kedua kutub kawat tembaga hingga nilai yang didapatkan 0, selanjutnya dilakukan pengukuran pada kedua kawat tembaga pada sisi yang sama hingga mencapai nilai tak hingga. Alat yang telah dirancang dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan garam.

2. Tahap Kalibrasi Alat

Tahap kalibrasi alat *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah sederhana dilakukan menggunakan larutan garam dengan variasi persentasi garam yaitu 0 %, 3%, 6%, 12% dan 18% (Eksperimen).

3. Tahap Pengujian Alat

Tahap pengujian alat dilakukan dengan menancapkan dua kawat tembaga yang telah disiapkan ke dalam tanah dengan kedalaman 30 cm, jarak antara dua kawat 1 cm, kemudian diukur nilai hambatan pada kawat dengan menggunakan Multimeter Digital.

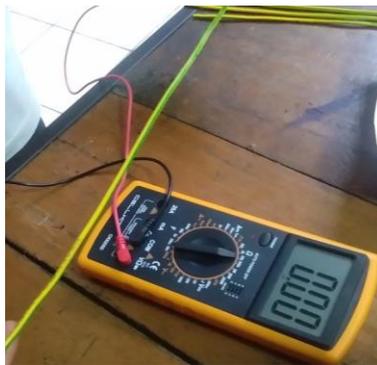
Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisi deskriptif untuk melihat kolerasi pada saat kalibrasi alat menggunakan *MS. Excel 2017* dan pemetaan dengan menggunakan aplikasi *ArcGis Pro 10.8* diambil dari nilai titik yang diperoleh pada pengukuran nilai ECci tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah Sederhana

Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah sederhana dalam penelitian ini memiliki beberapa bagian sebagai sarana pendukung agar kinerja alat dapat berfungsi dengan baik. Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah sederhana, terdiri dari kawat tembaga sepanjang 30 cm sebanyak 2 buah dan multimeter digital. Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah sederhana ini dirancang untuk mempermudah pengukuran biaya yang terjangkau dalam mengukur *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah melihat nilai hambatan yang terdapat pada *display multimeter digital*.

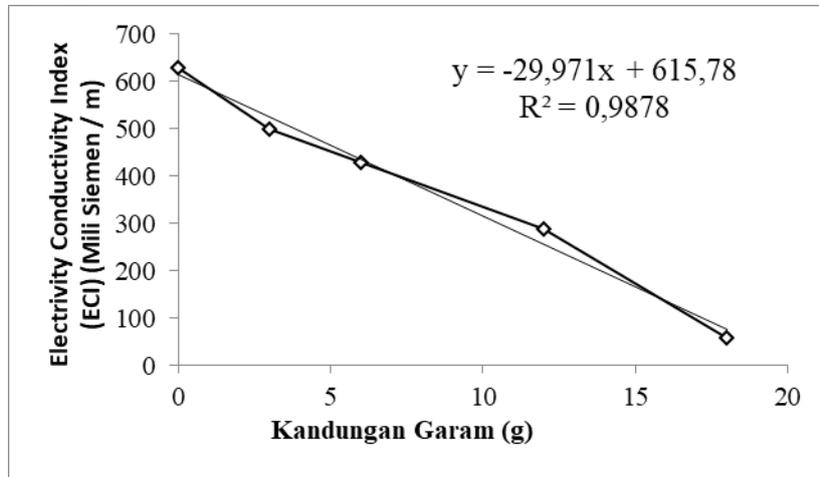


Gambar 1. Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah Sederhana

Prinsip Kerja dari alat ini, yaitu dengan cara meletakkan 2 buah kawat tembaga dibenamkan dalam tanah. Selanjutnya kabel kutub negatif dan positif multimeter digital pada kedua kawat tembaga bagian yang tidak terbenam didalam tanah. Setelah itu nilai hambatan akan terlihat pada *display* multimeter digital. Menurut Amir (2016) menyatakan bahwa kawat tembaga merupakan konduktor listrik yang digunakan pada pembangkit Listrik, transmisi daya, distribusi daya, telekomunikasi, sirkuit elektronik, dan jenis peralatan listrik yang tak terhitung jumlahnya serta mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Alat *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah sederhana dapat dilihat pada **Gambar 1**.

2. Kalibrasi Alat *Electric Conductivity Index (ECi)* Tanah Sederhana

Perhitungan kalibrasi alat *Electric Conductivity Index (ECi)* tanah sederhana dilakukan dengan menggunakan larutan garam dengan persentase garam yaitu 0 %, 3%, 6%, 12% dan 18%. Sehingga dapat dilihat nilai *Electric Conductivity Index (ECi)* dalam bentuk nilai hambatan yang dapat dilihat pada *display* multimeter digital. Gambar grafik kalibrasi dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hubungan *Electric Conductivity Index (ECi)* dan Kandungan Garam

Berdasarkan data kalibrasi hubungan *Electric Conductivity Index (ECi)* dan kandungan garam tersebut menunjukkan hubungan negatif dikarenakan semakin besar nilai *Electric Conductivity Index (ECi)* maka nilai kandungan garam semakin kecil. Nilai koefisien determinasi data kalibrasi hubungan *Electric Conductivity Index (ECi)* dan kandungan garam sebesar 0.9878, menjelaskan bahwa sekitar 98.78% nilai *Electric Conductivity Index (ECi)* dijelaskan oleh berapa kandungan garam dan sisanya dipengaruhi oleh kandungan lain. Berdasarkan tabel pedoman interpretasi kolerasi nilai kolerasi 0,8-1,0 memiliki hubungan saat kuat (Sugiyono, 2014). Ahuja dan Heathman (1995), menyatakan bahwa kalibrasi alat perlu dilakukan karena kemampuan tanah menyerap air dipengaruhi sifat fisik dan kimia tanah yang di teliti.

3. Pengelompokan Data *Electric Conductivity Index (ECi)* Tanah

Penentuan atau pengelompokan kelas dari data *Electric Conductivity Index (ECi)* tanah dilakukan dengan menentukan berapa plot data yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada lahan sepanjang 100 m dan lebar 30 m dengan masing-masing plot dengan panjang 2 m dan lebar 2 meter sehingga didapatkan jumlah plot sebanyak 750 plot. Jumlah plot yang telah didapatkan sebanyak 750 plot tersebut didapatkan jumlah pengkelasan data *Electric Conductivity Index (ECi)* tanah yang dihasilkan yaitu sebanyak 27 kelas.

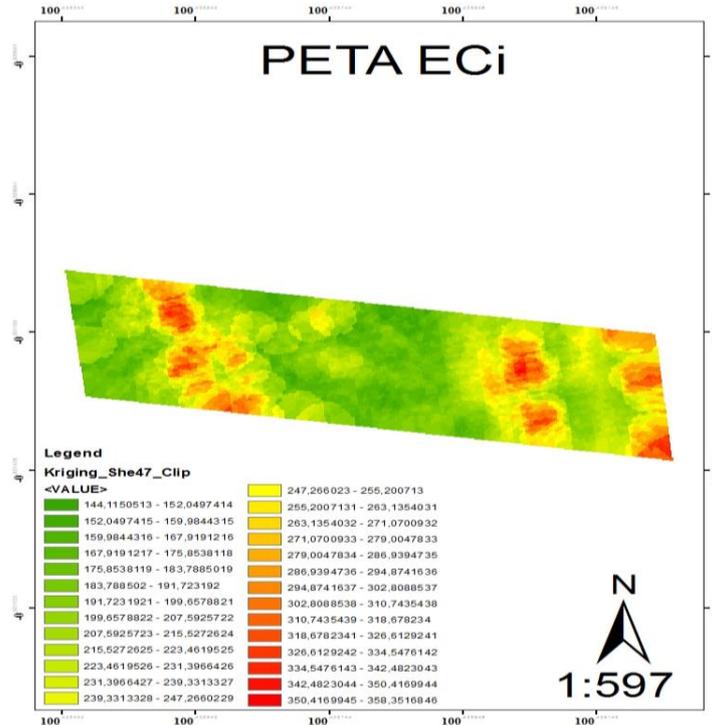
Tabel 1. Tingkatan Kelas Data *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah

Kelas	%	ECi (mS/m)	Color
1	0-3,6	76,7-79,9	
2	3,7-7,3	80-116,6	
3	7,4-11	116,7-119,9	
4	11,1-14,7	120-129,9	
5	14,8-18,4	130-136,6	
6	18,5-22,1	136,7-139,9	
7	22,2-25,8	140-163,2	
8	25,9-29,5	163,3-169,9	
9	29,6-33,2	170-170	
10	33,3-36,9	170-170	
11	37-40,6	170,1-179,9	
12	40,7-44,3	180-180	
13	44,4-48	180,1-203,2	
14	48,1-51,8	203,3-209,9	
15	51,9-55,5	210-213,2	
16	55,6-59,2	213,3-218,9	
17	59,3-62,9	219-226,6	
18	63-66,6	226,7-232,1	
19	66,7-70,3	232,2-239,9	
20	70,4-74	240-249,9	
21	74,1-77,7	250-259,9	
22	77,8-81,4	260-266,6	
23	81,5-85,1	266,7-289,9	
24	85,2-88,8	290-319,9	
25	88,9-92,5	320-382	
26	92,6-96,2	382,1-523,2	
27	96,3-100	523,3-563,3	

Berdasarkan tabel diatas bahwa kelas untuk data *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah berdasarkan jumlah plot yang didapatkan yaitu sebanyak 27 kelas. Tingkatan kelas tersebut dibedakan berdasarkan warna mulai dari kelas 1 hingga kelas 27, dimana semakin besar nilai/tinggi kelas yang didapatkan maka semakin rendah nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) begitu juga sebaliknya apabila semakin rendah kelas yang didapatkan maka semakin tinggi nilai *Electric Conductivity Index* (ECi). Jika dilihat dari tingkatan kelas berdasarkan warnanya, semakin rendah nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) maka warna yang diberikan semakin hijau, semakin tinggi nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) maka warna yang diberikan semakin merah. Tabel Tingkatan kelas data *Electric Conductivity Index* (ECi) tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

4. Peta *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah

Berdasarkan warnanya, semakin rendah nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) maka warna yang diberikan semakin hijau, semakin tinggi nilai *Electric Conductivity Index* (ECi) maka warna yang diberikan semakin merah. Berdasarkan hal tersebut semakin hijau warna yang dipeloleh pada gambar maka semakin sur lahantersebut begitu juga sebaliknya



Gambar 4. Peta *Electric Conductivity Index* (ECi) Tanah dengan Pengolahan ArcGIS

Pada Gambar dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh lahan berpotensi dengan baik jika dibudidayakan sebagai areal pertanian. Hal ini dibuktikan dengan sebaran warna hijau yang terdapat pada peta tersebar merata. Data ECi dibagi kedalam 27 kelas. Dimana pemilihan warna hijau pekat identik terhadap nilai ECi yang rendah, kemudian warna berubah menjadi merah pekat seiring dengan nilai ECi yang meningkat. Berdasarkan Gambar diperoleh nilai ECi terendah dan tertinggi adalah 144,1 dan 358,4 mS/m atau setara dengan 1,4 dan 3,6 mS/cm.

Berdasarkan nilai ECi yang diperoleh, area ini menurut Mindari (2009) sesuai untuk ditanami padi (kurang dari 4 mS/cm), kacang tanah (3,2 mS/cm), jagung (1,7 mS/cm), kubis (1,8 mS/cm), bayam (2,0 mS/cm), mentimun (2,5 mS/cm), seledri (1,8 mS/cm), tomat (2,5 mS/cm), kentang (1,7 mS/cm), dan lombok (1,5 mS/cm). Selain itu, nilai ECi juga identik terhadap salinitas dan akan sangat berpengaruh terhadap tanaman. Tingginya salinitas tanah mengindikasikan bahwa tanah tersebut mengandung banyak mineral garaman (misal NaCl). Salinitas tanah yang tinggi akan mengancam tumbuh tanaman karena akan meracuni perakaran tanaman, seperti menghambat pembesaran dan pembelahan sel, produksi protein, serta penambahan biomass tanaman. Hanya beberapa tanaman yang mampu bertahan pada tanah dengan kandungan garam yang tinggi (misla halopythes) dan tanaman dengan tingkat toleransi salinitas paling rendah seperti tomat, bawang bombai, selada dan lain sebagainya.

Menurut Robert *et al.* (2009) nilai ECi akan berkaitan erat dengan potensial produksi, yaitu korelasi berbanding terbalik. Seiring dengan berkurangnya nilai ECi maka produksi hasil akan meningkat. Menambahkan Mindari (2009), pada tanaman padi jika ECi < 4,0 mS/cm (dugaan kehilangan hasil < 10%), ECi 4,0 – 6,0 mS/cm (dugaan kehilangan hasil 10 – 20%), ECi 6,0 – 10,0 mS/cm (dugaan kehilangan hasil 20 – 50%), dan jika ECi > 10,0 mS/cm (dugaan kehilangan hasil > 50%). Sehingga sangat penting dilakukan pengukuran ECi tanah sbelum melakukan budidaya pertanian, yang berguna untuk menentukan jenis tanaman apa yang paling cocok dan berpotensi untung paling maksimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh nilai *electric conductivity index* (ECi) lahan di Kelurahan Lambuang Bukik Kecamatan Kuranji Padang Sumatera Barat) berkisar pada rentang 1,4 hingga 3,6 mS/cm, dengan potensial tanaman yang dapat ditanami pada lahan tersebut adalah padi, kacang tanah, jagung, kubis, bayam, mentimun, seledri, tomat, kentang, dan lombak. Nilai ECi juga menentukan potensi produksi, dengan korelasi berbanding terbalik yaitu produksi meningkat seiring dengan penurunan nilai ECi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, L.R., K.K. Johnsen, dan G.C. Heathman. 1995. Macropore transport of a surface applied bromide tracer: model evaluation and refinement. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1234-124.
- Aimrun W., Amin MSM., Rusnam M., Ahmad D., Hanafi mm., Anuar A.R. 2009. Bulk soil electrical conductivity as an estimator of nutrients in the maize cultivated land. *European Journal of Scientific Research.* 31(1): 37-51.
- Syarifudin, Amir. 2016. Perancangan dan realisasi alarm kabel jaringan local akses tembaga dengan notifikasi sms menggunakan mikrokontroler. Sripsi. Universitas Telkom.
- Chaudari R.P., Ahire D.V., Chkravarty M., Maity S. 2014. Electrical conductivity as a tool for determining the physical properties of Indian soils. *International Journal of Scientific and Research Publications.* 4(4): 1-4.
- Farahani, H.J., Buchleiter, G.W., Brodahl, M.K. 2005. Characteristic of apparent soil electrical conductivity variability in irrigated sandy and non-saline field in Colorado. *American Society of Agricultural Engineers.* Vol. 48(1): 155-168.
- Farah, A., Monteiro, M. C., Calado, V., Franca, A. S., and Trugo, L. C. 2006. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry,* 98(2), 373–380.
- Grisso, R. D., Alley, M. M., Holshouser, D. L., and Thomason, W. E. (2014). Precision Farming Tools. *Soil Electrical Conductivity.* <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/51377>. [11 Januari 2023].
- Hermawan, B. 2005. Monitoring kadar air tanah melalui pengukuran sifat fisik dielektrik pada lahan jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian.* 7(1): 15-22.
- Lesch, S.M., Strauss D.J., Rhoades J.D. 1995. Spatial prediction of soil salinity using electromagnetic induction techniques. *Water Resource Research.* 31(2): 373-386.
- Lück, E., Gebbers, R., Ruehlmann, J., and Spangenberg, U. (2009). Electrical conductivity mapping for precision farming. *Near Surface Geophysics,* 7(1), 15–25.

- Mindari, Wanti. 2009. *Cekaman Garam dan Dampaknya pada Kesuburan Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UPN Veteran Jawa Timur. Surabaya. [Monograf].
- Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. Di dalam: DL Spark, editor. *Methods of Soil Analysis: Chemical Methods Part 3*. Winconsin (US): American Society of Agronomy. 417-435.
- Robert, B. G., Wysor, M. A. W. G., Holsouser, D., and Thomason, W. 2009. *Precision Farming Tools: Soil Electrical Conductivity*. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. Pitsersburg.
- Susance, I, Tamod, Z.E., Supit, J.M.J. 2022. Identifikasi sifat kimia tanah pada lahan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*, L) di Desa Talikuran Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Unstrat*. 1412-9108.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tuan, L.A., Tri V.M., Wyseure G.C.L. 2004. *Measuring sand electrical conductivity by cheap four-electrode probes in CanTho University*. Chanto (VN): Vllir CTU Project Manual Report.
- Wilson, Supriadi dan Hardi Guchi. 2015. *Evaluasi Sifat Kimia Tanah Pada lahan Kopi di Kabupaten Mandailing Natal*. *Jurnal Online*.