

Technical Paper

Pengembangan Metode Akuisisi Data Kandungan Unsur Hara Makro Secara Spasial dengan Sensor EC dan GPS

Development of Data Acquisition Method of Spatial Macro Nutrient Content with EC Sensor and GPS

Dodik Ariyanto, Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, Institut Pertanian Bogor,
Email : 88dodik@gmail.com

I Wayan Astika, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Institut Pertanian Bogor,
Email : wayanastikaipb@yahoo.co.id

Radite P. A. S. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Institut Pertanian Bogor,
Email : iwan_radit@yahoo.com

Abstract

Spatial data of soil properties which are accurate and inexpensive is necessary to improve yields and to plan precision farming strategies. Currently the problem lies in the data that are not always updated, because the conventional soil testing is costly and relatively time consuming. This is due to the location of the soil testing laboratory which is far away from the location of the farm. So that the map information soil nutrient content is usually renewed in certain interval of time. In addition, available data are still global and not location specific. Electrical conductivity (EC) can be used as an indicator for measuring the condition of the soil in precision farming applications because of its fast and efficient. This study aims to develop an acquisition method of spatial macro nutrient content as reference for recommendation of fertilizer dosage. The study was conducted on 0.1 ha of land which was divided into 40 grid with a size of 5 x 5 m and planted with peanuts. There was an increase in the average EC 1.40 mS/m (period 1) and 1.36 mS/m (period 2) after tillage with a rotary plow. EC decreased after peanuts cultivation with an average of 4.27 mS/m (period 1) and 0.03 mS/m (period 2). Yields and EC values of each grid had a linear correlation with R^2 : 0.7005.

Keywords: *Electrical Conductivity (EC), soil nutrient level, Precision Farming*

Abstrak

Data spasial sifat-sifat tanah yang akurat dan murah sangat diperlukan untuk meningkatkan hasil panen dan merencanakan strategi pertanian presisi. Saat ini permasalahannya terletak pada data yang tidak selalu diperbarui, karena pengujian tanah secara konvensional membutuhkan biaya yang mahal dan waktu yang relatif lama. Hal ini disebabkan lokasi laboratorium pengujian tanah yang letaknya jauh dari lokasi pertanian, sehingga peta yang memberikan informasi kandungan unsur hara tanah biasanya diperbaharui dalam interval waktu tertentu. Selain itu data yang tersedia masih bersifat global dan tidak spesifik lokasi. Nilai konduktivitas listrik tanah (EC) dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur kondisi tanah dalam aplikasi pertanian presisi karena pengukurannya yang cepat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode akuisisi data kandungan unsur hara makro secara spasial sebagai acuan rekomendasi dosis pemupukan. Penelitian ini dilakukan pada 0.1 ha lahan yang dibagi dalam 40 grid dengan ukuran 5 x 5 m dan ditanami kacang tanah. Terjadi peningkatan EC rata-rata 1.40 mS/m (periode 1) dan 1.36 mS/m (periode 2) setelah pengolahan tanah dengan bajak rotari. EC mengalami penurunan setelah budidaya dengan rata-rata 4.27 mS/m (periode 1) dan 1.34 mS/m (periode 2). Hasil dan nilai-nilai EC setiap grid memiliki korelasi linear dengan R^2 : 0,7005.

Kata kunci: konduktivitas listrik tanah, unsur hara tanah, pertanian presisi

Diterima: 21 Desember 2015; Disetujui: 22 Maret 2016

Pendahuluan

Belakangan ini tampak adanya kecenderungan perhatian peneliti, dan bahkan para praktisi pertanian yang semakin meningkat terhadap pengembangan dan penerapan pertanian presisi (*precision agriculture*). Hal ini disebabkan oleh dua hal utama, yaitu: 1) semakin mahalnya sarana produksi pupuk dan pestisida dan 2) adanya perhatian yang semakin meningkat terhadap perlindungan lingkungan hidup.

Dalam rangka penerapan pertanian presisi dukungan teknologi akuisisi data kesuburan tanah sangat diperlukan. Dengan adanya data sebaran kesuburan tanah yang akurat maka perlakuan spesifik lokasi dapat diterapkan dengan baik. Dari situlah nantinya diharapkan dapat dipetik hasil penerapan pertanian presisi, yaitu 1) peningkatan produksi sebagai akibat pemberian perlakuan yang tepat, 2) pengurangan biaya sebagai akibat adanya pengurangan biaya pemakaian sarana produksi yang berlebihan, dan 3) pengurangan dampak lingkungan sebagai akibat minimalnya cemaran akibat pupuk yang berlebihan (Astika *et al.* 2011).

Variabilitas spasial unsur hara pada tanah dan sifat fisik tanah tidak dapat dihindari. Analisis tanah di laboratorium biasanya memerlukan waktu yang lama. Pada umumnya budi daya tanaman lebih dari sekali dalam setahun, hal ini menyebabkan keterlambatan dalam tindakan perbaikan untuk musim tanam yang akan datang. Kandungan unsur hara dalam tanah yang selalu fluktuatif sangat dibutuhkan sebagai salah satu faktor pendukung untuk memenuhi persyaratan pertanian presisi.

Pemupukan merupakan salah satu usaha penting untuk meningkatkan produksi pangan, sehingga identifikasi unsur hara tanah sangat penting dilakukan untuk mengetahui dosis pupuk yang akan diberikan pada suatu tanaman. Oleh karena itu pembuatan peta unsur hara tanah spesifik lokasi yang dapat diperbaharui secara cepat sangat dibutuhkan karena kandungan unsur hara dalam tanah yang selalu fluktuatif terutama unsur nitrogen. Peta unsur hara tanah pada budidaya kacang tanah perlu diperbaharui secara cepat mengingat umur tanam hanya 100 hari dan pemupukan dilakukan pada minggu kedua setelah tanam. Namun bila peta dibuat berdasarkan unsur hara tanah dengan metode uji sampel tanah di laboratorium tanah membutuhkan waktu kurang lebih satu bulan, sehingga akan terjadi keterlambatan dalam pemupukan. Sehingga dibutuhkan metode pengukuran yang dapat menghasilkan peta secara cepat bahkan bila dimungkinkan secara langsung (*real time*).

Permasalahannya terletak pada data yang tidak selalu diperbarui, karena pengujian tanah secara konvensional membutuhkan biaya yang mahal dan waktu yang relatif lama. Hal ini disebabkan sebagian besar lokasi pertanian berada jauh dari

lokasi laboratorium pengujian tanah. Sehingga peta yang memberikan informasi kandungan unsur hara tanah biasanya diperbaharui dalam interval waktu tertentu. Selain itu data yang tersedia masih bersifat global dan tidak spesifik lokasi.

Pengujian tanah secara konvensional memerlukan biaya analisa tanah yang relatif mahal dan waktu yang cukup lama, disamping ketersediaan laboratorium uji tanah yang sangat terbatas. Hal ini menyebabkan rekomendasi pemupukan untuk tanaman bersifat umum dan seragam untuk seluruh Indonesia (Subiksa *et al.* 2007).

Uji sampel tanah (analisis unsur hara) pada laboratorium merupakan metode yang akurat untuk menentukan kadar unsur hara dalam tanah sebagai dasar rekomendasi pemupukan. Perencanaan yang matang, terencana, dan berkesinambungan dari kegiatan uji tanah akan menghasilkan basis data yang akurat sebagai dasar dalam menentukan takaran pupuk untuk suatu komoditas yang spesifik dalam rangka pertanian presisi. Penggunaan pupuk sebagai input pertanian dalam rangka usaha meningkatkan produksi pertanian semakin lama semakin tinggi, karena tidak tersedianya pedoman untuk melakukan pemupukan secara tepat dosis dan spesifik lokasi. Pedoman pemupukan yang sudah ada bersifat general untuk suatu komoditas dan lokasi tertentu, padahal kebutuhan pupuk pada setiap lokasi berbeda. Kondisi ini membutuhkan alat uji tanah yang dapat mengukur kadar unsur hara tanah secara cepat, sehingga rekomendasi pemupukan dapat diberikan secara cepat berdasarkan peta unsur hara tanah.

Kecepatan dan ketepatan pengambilan informasi sangat penting dalam aplikasi sistem pertanian. Salah satu metode yang berkembang dalam sistem pertanian presisi untuk mendapatkan informasi kondisi lahan adalah melalui pengukuran nilai daya hantar listrik tanah. Nilai daya hantar listrik tanah juga sering dikenal sebagai nilai konduktivitas listrik tanah (EC). Daya hantar listrik tanah adalah kemampuan tanah untuk menghantarkan arus listrik. Daya hantar listrik tanah ada 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.* 1999).

Pengukuran EC memiliki hubungan yang erat dengan sifat dan kondisi tanah. Sifat dan kondisi tanah yang dimaksud meliputi kadar air, kandungan *clay*, tekstur tanah, kapasitas tukar kation, kandungan bahan organik, salinitas, dan kondisi sub soil tanah. Selain itu pengukuran EC tanah juga mudah dilakukan, memiliki biaya operasional rendah, dan lebih cepat dibandingkan dengan metode pengukuran tanah lainnya sehingga pengukuran EC tanah menjadi suatu metode yang unggul (Chaudari *et al.* 2014). Karena keunggulannya itu penggunaan dan pengembangan teknologi pengukuran ECa tanah telah berkembang

pesat seperti yang dilakukan oleh Lesch *et al.* (1995) yang melakukan pengukuran EC untuk memprediksi salinitas lahan menggunakan teknik induksi elektromagnetik. Tuan *et al.* (2004) telah 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 suatu lahan pertanian menggunakan peralatan sensor EC yang ditempatkan sebagai implemen.

Corwind dan Lesch (2003) menyatakan bahwa sifat kehandalan dari pemetaan spasial nilai EC tanah telah diketahui dan dipahami secara luas, namun interpretasi hasilnya masih sering salah dipahami dan diartikan. Tantangan terbesar dalam mengaplikasikan pengukuran EC untuk memprediksi kondisi suatu lahan bukan pada teknik pemetaan nilai EC, melainkan pada pemahaman yang mendalam terhadap tingkat variabilitas spasial dan temporal dari nilai EC itu sendiri dan pemahaman yang mendalam terhadap interaksi yang kompleks antara berbagai parameter sifat tanah dengan nilai EC.

Perkembangan metode pendugaan nilai EC tanah untuk menduga kondisi tanah di suatu lahan didasari oleh keyakinan bahwa parameter sifat tanah memiliki korelasi yang kuat dengan nilai EC. Fazarani *et al.* (2005) menyatakan bahwa studi-studi terdahulu telah menunjukkan keterkaitan antara nilai EC dengan sifat dan kondisi tanah pada suatu lahan. Namun tidak semua studi tersebut dapat menjelaskan keterkaitan nilai EC terhadap semua parameter sifat tanah yang penting.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan metode akuisisi data kandungan unsur hara makro secara spasial agar dapat memberikan rekomendasi dosis pemupukan. Dalam penelitian

ini dilakukan pendugaan kandungan unsur tanah dengan pendekatan nilai konduktivitas listrik/ *Electrical Conductivity* (EC) tanah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan peta yang sederhana, informatif, dan akurat dari variabilitas tanah di lahan dengan menggunakan pengukuran EC tanah.

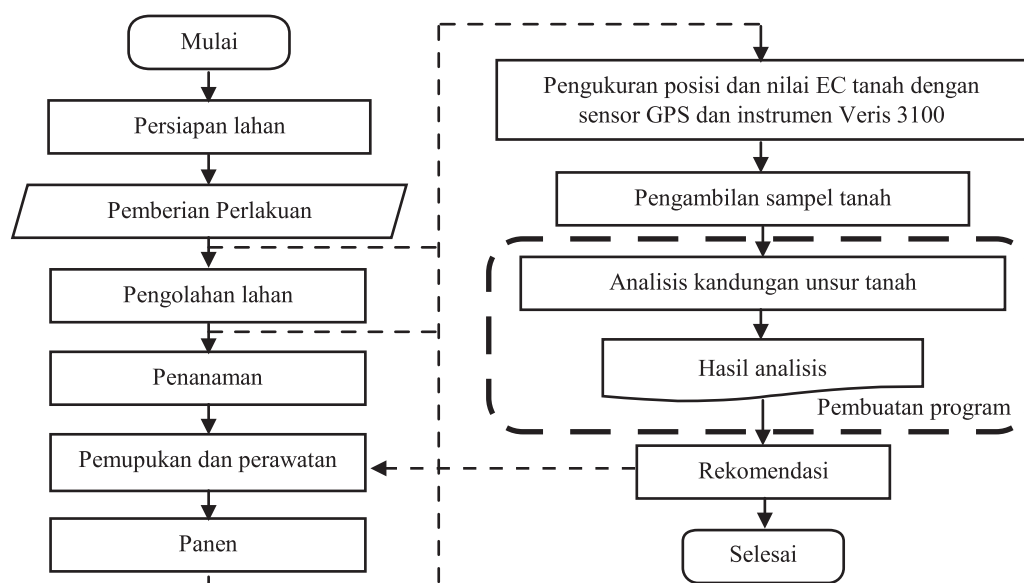
Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 9 bulan, yang dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama berupa penelitian pendahuluan mulai bulan September 2012 hingga Januari 2013 (periode 1), serta penelitian tahap kedua Februari – Juni 2013 (periode 2). Lahan yang digunakan untuk penelitian ini merupakan lahan kering yang berlokasi di Laboratorium Lapang Siswadi Soepardjo, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB dan analisa sampel tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan IPB.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian pendahuluan antara lain: benih kacang tanah varietas gajah, pupuk urea, pupuk kandang, kapur, dan pupuk phonska (15:15:15). Sedangkan peralatan yang digunakan diantaranya : instrumen Veris 3100 dengan lebar alat 2.5 m, dekoder GPS, traktor, bajak rotari, cangkul, kored, tali rafia, patok, dan timbangan. Tahap analisis data dan pembuatan *software* komputer memerlukan seperangkat komputer dengan OS Windows 7 *ultimate* 32 bit dan *software* komputer Visual Basic 6.0 dan Excel 2007.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Tahapan Penelitian

Secara umum, penelitian yang akan dilaksanakan meliputi perancangan sistem, pengembangan perangkat lunak, pengujian lapangan dan analisis hasil, dan pembuatan peta. Tahapan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 1. Perancangan sistem digambarkan pada diagram alir sebelah kanan, pengembangan perangkat lunak ditandai pada bagian pembuatan program, sedangkan pengujian lapang dan analisis hasil diterapkan pada budi daya kacang tanah pada diagram alir penelitian sebelah kiri.

Pengembangan metode akuisisi data kandungan unsur hara makro secara spasial dengan sensor EC dan GPS pada penelitian ini diterapkan pada budidaya kacang tanah varietas gajah. Pengambilan data EC dilakukan 3 kali dalam 1 siklus budidaya, yaitu: sebelum pengolahan tanah, setelah pengolahan tanah, dan setelah panen. Pengukuran dan pembagian lahan 0.1 ha menjadi 40 grid dengan ukuran tiap grid 5 x 5 m dilakukan pada saat persiapan lahan. Pemberian perlakuan berupa penambahan kapur diperlukan karena budidaya kacang tanah membutuhkan unsur kalsium pada fase generatif. Pengolahan

lahan untuk menurunkan tingkat kepadatan tanah dilakukan dengan bajak rotari.

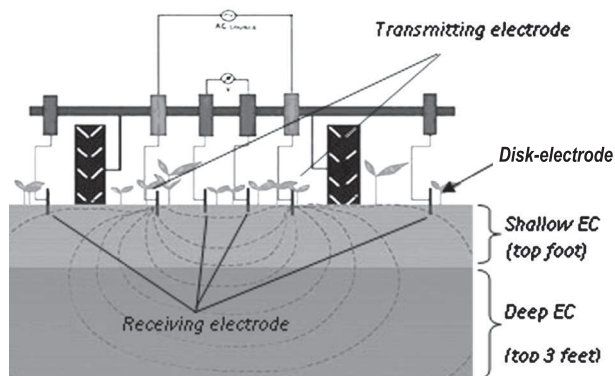
Pengambilan sampel tanah menggunakan *ring soil sample* dengan kedalaman 10-20 cm dari permukaan tanah. Masing-masing grid diambil 1 sampel tanah untuk dianalisis C-organik, N-Total, C/N ratio, KTK, dan NO_3 di laboratorium Laboratorium Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan IPB. Analisis statistik dasar seperti rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, standar deviasi dan median akan digunakan untuk memahami fitur dasar dari sampel tanah.

Penanaman dilakukan dengan bantuan alat tugal untuk membuat lubang tanam kemudian dimasukkan 1–2 biji benih dengan kedalaman sekitar 5 cm lalu ditutup kembali dengan tanah. Perawatan tanaman dengan cara penyiangan dilakukan sebanyak 3 kali selama pemeliharaan tanaman kacang tanah. Pemberian pupuk tiap grid dibedakan dosisnya berdasarkan nilai EC yang diperoleh sebelum penanaman.

Instrumen Veris 3100 dikalibrasi sesuai dengan instruksi pada buku panduannya, sebelum pengambilan data EC. Instrumen Veris 3100 menggunakan tiga pasang *Disk-electrode* untuk menentukan EC tanah. Tiap *disk* akan menembus permukaan tanah hingga kedalaman sekitar 6 cm. Satu pasang elektroda berfungsi untuk memancarkan arus listrik ke dalam tanah, sementara dua pasang lainnya mendeteksi penurunan arus yang dipancarkan karena transmisi melalui tanah (resistensi) seperti pada Gambar 2. Kedalaman pengukuran didasarkan pada jarak dari *disk-electrode*. Pasangan pusat (tengah) akan mengintegrasikan resistensi antara kedalaman 0 – 30 cm, sedangkan pasangan luar terintegrasi antara 0 – 90 cm. Output dari data Logger instrumen Veris 3100 mencerminkan konversi konduktivitas resistensi ($1/\text{resistansi} = \text{konduktivitas}$).

Data logger merupakan bagian dari instrumen Veris 3100 yang berfungsi untuk merekam data pengukuran (Gambar 3). *Data logger* mencatat/merekam data lintang, bujur, ketinggian dalam satuan meter dari permukaan air laut (mdpl), data EC dangkal dan EC dalam dalam mS/m (miliSiemens per meter) dengan 1 detik interval dalam format teks ASCII. Data EC kemudian dipindahkan ke *software* surfer untuk menguji peta hasil program yang dibangun. Selain itu, dilakukan pengujian arah pengambilan data untuk memastikan pengambilan data dengan instrumen Veris dari arah manapun diharapkan akan menghasilkan peta yang sama.

Panen dilaksanakan pada 100 hari setelah tanam dengan mengumpulkan hasil panen tiap grid untuk ditimbang. Hasil panen dan nilai EC setelah panen dicari hubungannya dengan meregresikan data tiap grid.



Gambar 2. Cara kerja pengukuran EC tanah pada instrumen Veris 3100.



Gambar 3. Data logger.

Tabel 1. Deskripsi data statistik hasil uji sampel tanah.

Keterangan	C-organik (%)	N-total (%)	C/N rasio (%)	KTK (me/100g)	KTK (ppm)
rata-rata	1.26	0.13	9.98	10.97	389.76
maksimum	2.79	0.25	11.16	15.39	982.08
minimum	0.48	0.05	9.00	6.19	122.76
standar deviasi	0.47	0.04	0.54	2.23	191.37
Median	1.51	0.15	10.06	11.79	245.52
R ² dengan EC	0.0045	0.0024	0.0079	0.0001	0.0079

Tabel 2. Contoh bentuk data hasil instrumen Veris 3100.

Bujur (derajat)	Lintang (derajat)	EC dangkal (mS/m)	EC dalam (mS/m)	Ketinggian (m dpl)
106.7268950	-6.5634317	7.1	4.4	199.9
106.7269034	-6.5634300	8.0	5.3	199.7
106.7269067	-6.5634317	9.2	5.4	199.9
106.7269116	-6.5634317	9.8	5.6	199.9
106.7269150	-6.5634334	10.0	5.8	200.1

Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Laboratorium Sampel Tanah

Penelitian ini menggunakan lahan yang memiliki tekstur tanah lempung (*loam*) berdasarkan sistem klasifikasi USDA dengan kandungan 24% pasir, 49% debu dan 27% liat. Pengujian tekstur tanah ini menggunakan metode hydrometer sesuai standar JIS A1204-1980. Data hasil uji sampel tanah dari 40 grid secara statistik dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil uji dari sampel tiap grid dicari hubungannya dengan nilai EC. Beberapa parameter hasil uji sampel tanah tersebut tidak memiliki hubungan yang terlihat secara signifikan dengan nilai EC. Hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi (R²) yang sangat kecil pada Tabel 1.

Hasil Pengukuran EC dengan Instrumen Veris 3100

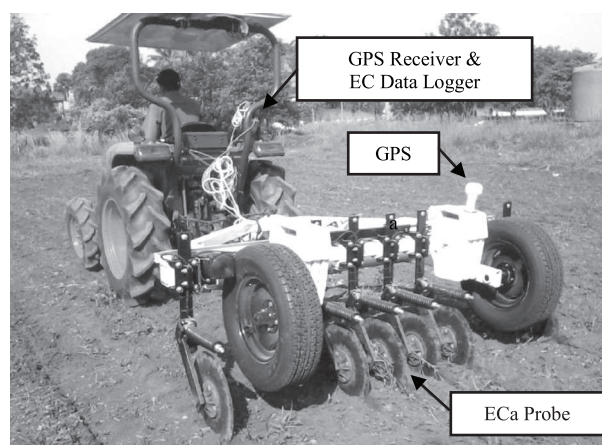
Electrical Conductivity (EC) tanah diukur menggunakan instrumen Veris 3100 yang digandengkan pada traktor (Gambar 4). Pengukuran EC tanah dilakukan sebelum dan setelah pengolahan lahan (sebelum tanam) dengan tiga kali pengulangan. Selain itu dilakukan pengukuran EC setelah panen untuk membandingkan nilai EC tanah dengan *yield* (hasil panen) yang dihasilkan, karena tidak dimungkinkan pengukuran EC tanah pada saat budidaya.

Hasil pengukuran EC tanah dengan instrumen Veris 3100 berupa file yang tersimpan di SD card pada data logger (format: .dat). Dalam satu kali pengambilan data EC selama 20 menit diperoleh data sekitar 1200 data. Banyaknya jumlah data dipengaruhi oleh kecepatan traktor yang menarik

instrumen Veris 3100. Dari hasil pengukuran diketahui lahan yang digunakan dalam penelitian ini terletak di ketinggian sekitar 200 meter dari permukaan air laut. Contoh bentuk data yang dihasilkan dari data logger instrumen Veris 3100 dapat dilihat pada Tabel 2.

Beberapa pengukuran EC yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai EC dangkal (0 – 30 cm) lebih tinggi dibandingkan dengan nilai EC dalam (0 – 90 cm). Hal ini membuktikan bahwa lapisan *top soil* memiliki tingkat kesuburan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan di bawahnya (*sub-soil*). Lapisan *top soil* lebih subur karena memiliki unsur hara yang lebih banyak dibanding lapisan *sub-soil*.

Nilai EC yang dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali (sebelum pengolahan dan setelah panen) menunjukkan data yang sama walaupun ada

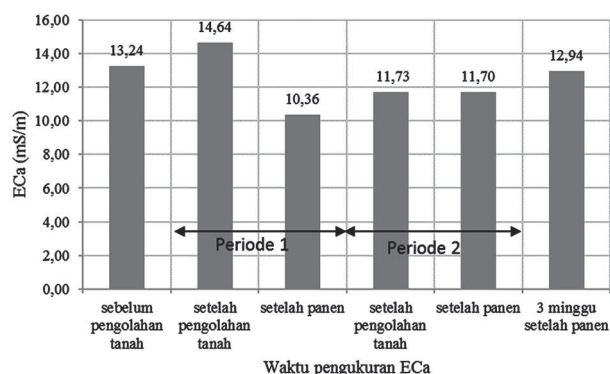


Gambar 4. Instrumen Veris 3100 & GPS ditarik dengan traktor.

beberapa petak yang tidak sama. Nilai rata-rata setiap pengukuran EC selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai EC menurun setelah budidaya kacang dengan rata-rata 4.27 mS/m (periode 1) dan 0.03 mS/m (periode 2). Penurunan rata-rata nilai EC pada periode 2 lebih rendah dikarenakan adanya perlakuan pemberian dosis pupuk yang spesifik lokasi berdasarkan nilai EC sebelum tanam.

Program Mapping dengan Visual Basic

Data EC hasil pengukuran dengan instrumen Veris 3100 diolah dengan program yang telah dibangun dengan visual basic 6.0. Peta EC yang dihasilkan dari data EC sebelum dan setelah pengolahan tanah dengan bajak rotari serta EC setelah panen disajikan pada Gambar 6. Data EC yang diplot kedalam program dibagi ke dalam 5 kelas nilai EC.



Gambar 5. Grafik EC rata-rata tiap pengukuran.

Berdasarkan nilai EC yang ditunjukkan pada Gambar 6, terdapat peningkatan nilai EC dari kondisi lahan sebelum dan sesudah pengolahan tanah. Hal ini membuktikan bahwa pengolahan tanah dengan bajak rotari dapat meningkatkan nilai EC yang merupakan indikator kesuburan tanah. Sebaliknya, setelah dilakukan budi daya (mulai dari penanaman hingga panen) terjadi penurunan nilai EC yang ditunjukkan oleh peta EC antara sebelum tanam (setelah pengolahan tanah) dengan setelah panen. Penurunan nilai EC setelah budi daya menunjukkan berkurangnya unsur hara tanah yang terserap oleh tanaman kacang tanah dan akibat terjadinya pemadatan tanah yang terjadi selama budi daya.

Uji Plotting Program Mapping Visual Basic dengan Surfer

Ujiplottingdilakukandengancaramembandingkan peta hasil plotting data EC di program yang dibangun dan plotting data menggunakan *software* surfer 8.0. Hasil dari uji ini menunjukkan peta hasil plotting yang sama antara program *mapping* yang dirancang dengan peta hasil plotting dengan *software* surfer. Program yang dirancang diatur hasil peta dengan ukuran grid 1 x 1 m agar peta yang dihasilkan lebih rinci. Hasil uji *mapping* data EC kedalam 0–30 cm setelah panen dengan 3 kali ulangan ditunjukkan seperti pada Gambar 7.

Uji Arah Pengambilan Data EC

Uji arah dilakukan untuk memastikan pengambilan data EC dengan instrumen Veris 3100

Keterangan		EC dangkal (0 – 30 cm)		EC dalam (0 – 90 cm)	
Sebelum pengolahan tanah dengan bajak rotari	ulangan ke-1				
	ulangan ke-2				
	ulangan ke 3				
Setelah pengolahan tanah dengan bajak rotari					
Setelah panen	Ulangan ke-1				
	Ulangan ke-2				
	Ulangan ke-3				

EC (mS/m)

- 0 to 5
- 5 to 10
- 10 to 15
- 15 to 20
- 20 to 40

Gambar 6. Peta hasil pengukuran nilai EC.

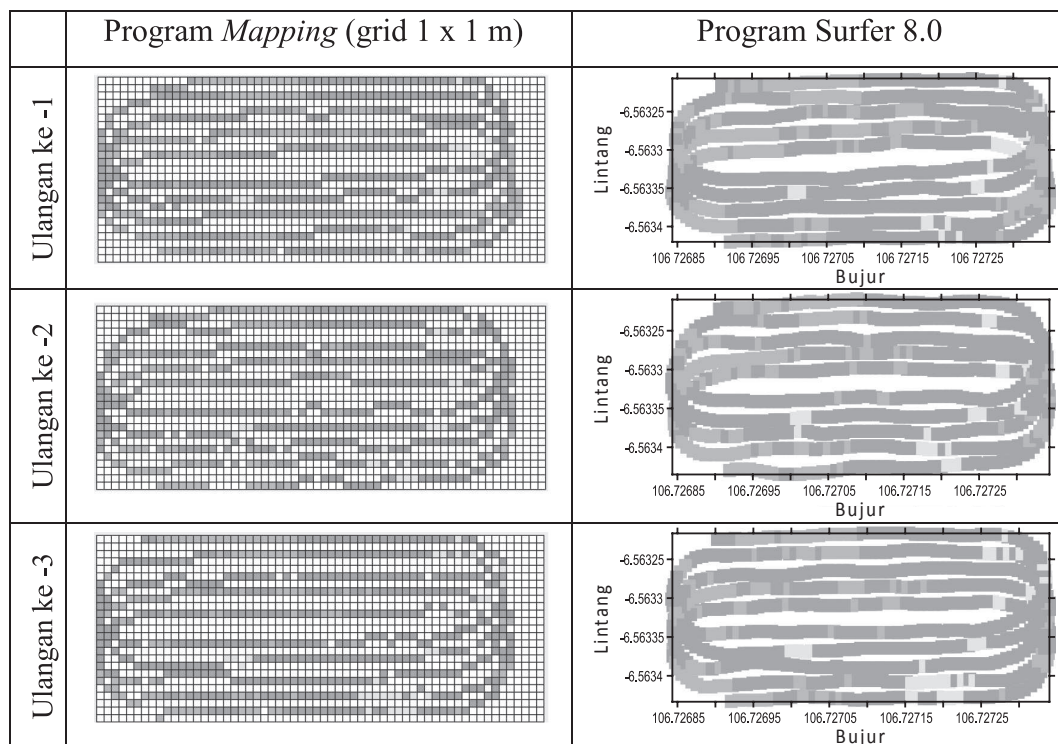
dari arah manapun akan menghasilkan peta EC yang sama pula. Untuk itu dilakukan pengambilan data dengan arah yang berlawanan, yaitu pengambilan data dengan memutar ke kiri (berlawanan arah jarum jam) dan sebaliknya memutar ke kanan (searah jarum jam). Hasilnya diploting dengan program yang dibangun, diperoleh peta EC yang hampir sama (Gambar 8). Data EC yang rendah maupun tinggi terletak di area yang sama baik data pada lapisan *top soil* maupun *sub-soil*.

Hubungan Hasil Panen dengan Nilai EC

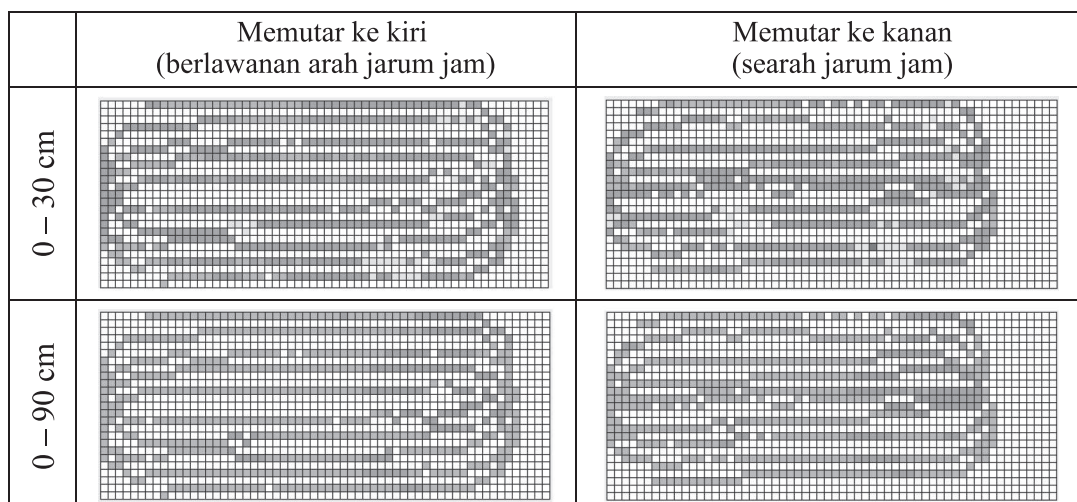
Data *yield* (hasil panen) tiap grid dibandingkan dengan nilai EC. Karena tanah berfungsi sebagai media pertumbuhan utama untuk tanaman, tidaklah mengherankan bahwa peta dari sifat fisik tanah dan

peta hasil panen menunjukkan korelasi yang jelas. Data EC hasil pengukuran setelah panen dicari korelasinya dengan hasil panen kacang tanah. Hasil regresi linear antara hasil panen dengan nilai EC menunjukkan hasil yang signifikan dengan nilai R^2 : 0.7005. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kichen dan Sudduth (1996) yang menyatakan adanya hubungan yang signifikan antara nilai EC dengan hasil panen yang diperoleh pada tanaman kedelai. Grafik hubungan EC dengan hasil panen dapat dilihat pada Gambar 9.

Panen pada budidaya kacang tanah pada penelitian ini menghasilkan polong yang lebih baik dari standar hasil panen berdasarkan data yang diperoleh dari Departemen Pertanian. Kacang



Gambar 7. Hasil *Mapping* data EC kedalaman 0 – 30 cm setelah panen.



Gambar 8. Uji *Mapping* dengan arah pengukuran yang berlawanan

tanah varietas gajah memiliki standar hasil panen 1.8 hingga 2 ton/ha. Pemberian dosis pupuk yang tepat lokasi sesuai peta EC dapat menaikkan hasil panen kacang tanah. Hal ini ditunjukkan dengan perolehan hasil panen sebanyak 1.91 ton/ha pada periode 1 yang menerapkan perlakuan pemberian pupuk secara merata, sedangkan dengan menerapkan pertanian presisi berupa pemberian pupuk sesuai dengan dosis yang dibutuhkan berdasarkan peta hasil plotting data EC diperoleh hasil panen kacang tanah 2.45 ton/ha. Pada penelitian ini terjadi peningkatan 28.27% hasil panen dengan menerapkan pemberian dosis pupuk secara spasial.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Pengembangan metode akuisisi data kandungan unsur hara makro secara spasial dengan sensor EC dan GPS dapat diterapkan dalam upaya pertanian presisi. Nilai EC menurun setelah budidaya kacang tanah dengan rata-rata 4.27 mS/m (periode 1) dan 0.03 mS/m (periode 2). Rendahnya tingkat penurunan rata-rata nilai EC salah satunya dipengaruhi oleh unsur hara makro dari tanah. Pemberian dosis pupuk yang spesifik lokasi pada periode 2 menyebabkan kecilnya penurunan nilai EC dan meningkatkan hasil panen. Terdapat hubungan antara data EC dengan *yield* (hasil panen) dengan koefisien determinan (R^2) 0.7005. Diperoleh peningkatan hasil panen kacang tanah 28.27% dengan menerapkan pemberian dosis pupuk secara spasial berdasarkan peta EC.

Saran

Metode penelitian ini dapat dikembangkan lagi sebagai acuan penerapan pertanian presisi selanjutnya. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan mengubah komoditas atau varietas pada waktu tanam selanjutnya, serta lokasi

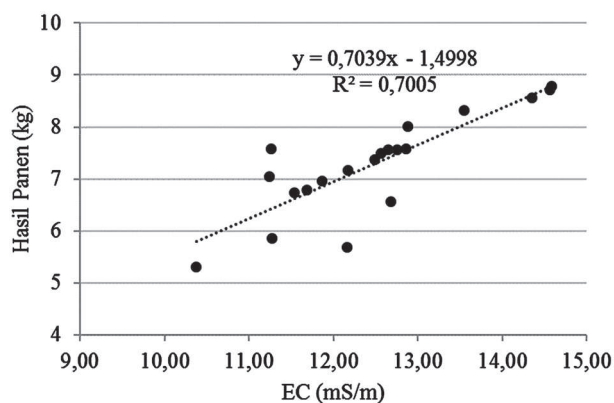
yang memiliki jenis tanah maupun kemiringan lahan yang berbeda.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada DIKTI melalui program *Indonesia Managing Higher Education for Relevance and Efficiency* (IMHERE) B2c IPB yang telah memberikan beasiswa dan mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- 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.
- Astika I.W., M. Solahudin, Radite PAS, M.F. Syuaib, M. Ardiyansah. 2011. Smart Sensor Data Acquisition, Data Management, and Decision Support System. Bogor: Laporan Hibah Penelitian Project I-MHERE IPB Tahun ke-1
- 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.
- Corwind, D.L. dan Lesch S.M., 2003. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles, and guidelines. *Agronomy Journal of USDA*. 95(3): 455-471.
- 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*. 48(1): 155-168.
- 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.
- Kitchen, N.R, and K.A. Sudduth. 1996. Predicting Crop Production Using Electromagnetic Induction. *Information Agriculture Conference Proceedings*, Urbana IL.
- 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. hlm 417-435.
- Subiksa, I.G.M, R.W. Ladiyani, D. Setyorini. 2007. Perangkat Uji Tanah Sawah. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- 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): Vlier CTU Project Manual Report.



Gambar 9. Grafik hubungan data EC dengan hasil panen tiap grid.