

Analysis Of Phosphorus And Potassium Levels In Organic Fertilizer In The Integrated Laboratory Of Jombang District Agriculture Office

Analisis Kadar Fosfor Dan Kalium Pada Pupuk Organik Di Laboratorium Terpadu Dinas Pertanian Kabupaten Jombang

Zahrah Nur Zakiyah^{a,*}, Cicik Rahmawati^b, Is Fatimah^a

^a*Department of Chemistry, Islamic University of Indonesia*

^b*Integrated Laboratory of Jombang District Agriculture Office*

*Corresponding author: zahrazakiaa@gmail.com

Abstract

Quantitative analysis in the integrated laboratory of Jombang District Agriculture Office has been done on two samples of organic fertilizer with phosphorus and potassium parameters, considering these two elements are macronutrients which have an important role in the growth and development of plants. Determination of phosphorus level has been done by ascorbic acid method using double beam UV-Visible spectrophotometer, while determination of potassium level has been done by flame photometric method. There are 2 samples code of organic fertilizer, 13/F/16 and 14/F/16. From the result of analysis, the phosphorus level as P_2O_5 in 13/F/16 sample is 0.275%, while in the 14/F/16 sample is 0.29%. The potassium level as K_2O in 13/F/16 sample is 2.58%, while in the 14/F/16 sample is 2.67%. These results meet the requirements for compost quality standards based on SNI 19-7030-2004, because they exceed the minimum requirements, which are 0.10% for phosphorus level and 0.20% for potassium level.

Keywords : Phosphorus, potassium, organic fertilizer.

Abstrak

Analisis kuantitatif telah dilakukan di laboratorium terpadu Dinas Pertanian Kabupaten Jombang pada dua sampel pupuk organik dengan parameter fosfor (P) dan kalium (K), mengingat kedua unsur tersebut merupakan makronutrien yang memegang peranan penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penentuan kadar P dalam sampel pupuk organik dilakukan dengan metode asam askorbat menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Visible *double beam*, sedangkan penentuan kadar K dilakukan dengan metode fotometri nyala. Terdapat dua kode sampel pupuk organik, yaitu 13/F/16 dan 14/F/16. Dari hasil pengujian, didapatkan Kadar P sebagai P_2O_5 dalam sampel pupuk organik dengan kode 13/F/16 sebesar 0,275%, sedangkan pada sampel 14/F/16 sebesar 0,29%. Kadar K sebagai K_2O dalam sampel pupuk organik dengan kode 13/F/16 sebesar 2,58%, sedangkan pada sampel 14/F/16 sebesar 2,67%. Hasil tersebut memenuhi standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 karena telah melebihi syarat minimum yang telah ditetapkan, yaitu 0,10% untuk kadar P dan 0,20% untuk kadar K.

Kata kunci : Fosfor, kalium, pupuk organik

Pendahuluan

Penggunaan pupuk terus meningkat seiring dengan penambahan luas area pertanian, penambahan penduduk, kenaikan tingkat intensifikasi serta makin beragamnya penggunaan pupuk sebagai usaha peningkatan hasil pertanian (Aditama, 2011). Pupuk adalah suatu bahan berupa mineral atau organik yang mengandung satu atau lebih unsur hara bagi tanaman. Pupuk mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk kesuburan tanah dan menunjang pertumbuhan tanaman. Nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dapat diserap melalui akar, batang dan daun.

Nutrisi yang harus terpenuhi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terlepas dari tiga unsur hara, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Ketiga unsur hara (N, P, dan K) tersebut mempunyai fungsi yang saling mendukung satu sama lain.

Nitrogen merupakan anasir penting dalam pembentukan klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat. Unsur ini mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup (Brady and Weil, 2002). Fosfor merupakan komponen penting penyusun senyawa untuk transfer energi

(ATP dan nukleoprotein lain), untuk sistem informasi genetik (DNA dan RNA), untuk membran sel (fosfolipid), dan fosfoprotein (Lambers *et. al.*, 2008). Adapun unsur kalium berperan sebagai aktivator berbagai enzim dan membantu membentuk protein, karbohidrat, dan gula serta memperkuat jaringan tanaman dan meningkatkan daya tahan terhadap penyakit. Mikronutrien lain seperti Mn, Fe, Cu, Zn, B, dan Mo juga dibutuhkan sebagai kofaktor dalam proses fotosintesis, fiksasi nitrogen, respirasi dan reaksi-reaksi biokimia dalam tanaman (Rahman, 2000).

Secara umum, dikenal dua jenis pupuk yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat di pabrik secara kimia, seperti Urea, Phonska, Pelangi dan lain-lain. Sedangkan pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan makhluk hidup atau makhluk hidup yang telah mati, meliputi kotoran hewan, seresah, sampah, dan berbagai produk antara dari organisme hidup (Sumekto, 2006).

Petani lebih menyukai menggunakan pupuk anorganik dibandingkan dengan pupuk organik dalam menyuburkan tanaman pertaniannya, karena respon pemakaian pupuk anorganik

yang cepat terhadap tanaman. Namun penggunaan pupuk anorganik dalam jangka yang relatif lama umumnya berakibat buruk pada kondisi tanah. Tanah menjadi cepat mengeras, kurang mampu menyimpan air dan pH tanah menjadi asam yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas tanaman (Parman, 2007).

Saat ini petani secara perlahan sadar akan bahaya pemakaian pupuk anorganik dan beralih menggunakan pupuk organik. Pupuk organik bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Namun permasalahan umum yang dihadapi pupuk organik adalah rendahnya kadar unsur hara, kelarutan rendah, waktu relatif lebih lama menghasilkan nutrisi tersedia yang siap diserap tanaman, dan respon tanaman terhadap pemberian pupuk organik tidak sebaik pemberian pupuk anorganik, sehingga pupuk organik dianggap tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman (Mardiansyah, 2010).

Melihat kondisi ini, perlu dilakukan analisis terhadap pupuk organik, salah satunya adalah mengukur kadar unsur hara yang terkandung di dalamnya, sehingga dapat diketahui apakah suatu pupuk

organik telah memenuhi kriteria untuk digunakan. Dalam laporan ini, penulis mencoba membahas terkait analisis unsur hara berupa fosfor dan kalium pada pupuk organik, melihat kedua unsur tersebut memegang peranan penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar fosfor (P) dan kalium (K) dalam sampel pupuk organik di Dinas Pertanian Kabupaten Jombang.

Metode Penelitian

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas seperti gelas beaker, pengaduk kaca, pipet volum 50 mL, pipet ukur 20 mL, labu ukur, tabung kimia, labu Kjeldahl 50 mL, desikator, dan cawan porselen bertutup. Selain itu, digunakan juga neraca analitik, *vortex*, mikropipet, *block digester*, oven, spektrofotometer UV-Vis *double beam* SCINCO, dan fotometer nyala JENWAY.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel pupuk organik padat, asam askorbat, amonium

heptamolibdat, kalium antimoniltartat, asam sulfat, akuades, standar induk 1.000 ppm PO₄ (Titrisol), standar induk 1000 ppm K (Titrisol), HNO₃ p.a 65%, dan HClO₄ p.a 70%.

Cara Kerja

Preparasi Sampel

Sampel pupuk organik disebarakan di atas nampan dan diberi label bertuliskan kode sampel. Kemudian akar-akar atau sisa tanaman segar, krikil dan kotoran lain dibuang, bongkahan besar dikecilkan dengan tangan. Selanjutnya disimpan pada ruangan khusus bebas kontaminan yang terlindung dari sinar matahari langsung.

Penentuan Kadar Air

Ditimbang dengan teliti masing-masing 10 gram contoh pupuk asal dan 5 gram pupuk halus ke dalam cawan bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Kemudian dikeringkan menggunakan oven selama semalam (16 jam) pada suhu 105 °C. Pupuk organik didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perhitungan untuk menentukan kadar air adalah sebagai berikut (Eviati dan Sulaeman, 2009):

$$\text{Kadar air (\%)} = (W - W1) \times 100/W$$

Dimana:

W = bobot contoh asal (gram)

W1 = bobot contoh setelah dikeringkan (gram)

100 = faktor konversi ke %

Destruksi Sampel

Sampel pupuk organik yang telah dihaluskan ditimbang 0,5 g ke dalam labu Kjeldahl. Ditambahkan 5 mL HNO₃ dan 0,5 mL HClO₄, dikocok dan dibiarkan semalam. Kemudian dipanaskan pada *block digester* mulai dengan suhu 100 °C, setelah uap kuning habis suhu dinaikkan hingga 200 °C. Destruksi diakhiri jika keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 mL. Kemudian didinginkan dan diencerkan sampai volume tepat 50 mL, dikocok hingga homogen dan dibiarkan semalam agar diperoleh ekstrak jernih (ekstrak A).

Pembuatan Pereaksi Pembangkit Warna

Penentuan Fosfat

Pereaksi pekat: Amonium heptamolibdat ditimbang seberat 12 g ditambahkan dengan 0,275 g kalium antimoniltartat. Kemudian dilarutkan dengan 140 mL H₂SO₄ yang sudah diencerkan menjadi 1 L.

Pereaksi encer: Asam askorbat ditimbang sebanyak 0,53 g dan direaksikan dengan 50 mL pereaksi pekat. Kemudian diencerkan sampai 500 mL dengan akuades.

Analisis Fosfat

Ekstrak A dipipet 1 mL ke dalam tabung kimia dan ditambahkan 9 mL aquades, dikocok dengan *vortex* sampai homogen. Ekstrak ini merupakan hasil pengenceran 10x (Ekstrak B). Ekstrak B dipipet 1 mL ke dalam tabung kimia, begitupun masing-masing deret standar P menggunakan PO_4 dengan konsentrasi 0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm.

Pereaksi pembangkit warna ditambahkan sebanyak 9 mL ke dalam masing-masing tabung kimia berisi standar dan sampel, dikocok dengan *vortex* sampai homogen. Kemudian dibiarkan 15-25 menit, lalu diukur dengan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang 889 nm dan dicatat nilai absorbansinya.

Perhitungan kadar P menggunakan metode kurva standar, dengan cara memasukkan harga absorbansi atau emisi sebagai y ke dalam persamaan regresi linier, sehingga:

$$X = \frac{Y - a}{b} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Y = absorbansi atau emisi

b = slope

a = intersep

x = kadar yang diperoleh dari kurva standar

Berdasarkan data linier yang diperoleh, persamaan menjadi $X = -$ dimana nilai intersep dapat diabaikan. Adapun perhitungan untuk menentukan kadar P menggunakan rumus berikut ini (Eviati dan Sulaeman, 2009):

$$\text{Kadar P (\%)} = \frac{\text{ppm kurva } x \text{ ————— } x}{\text{————— } x \text{ fp } x \text{ — } x \text{ fk}}$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko

fp = faktor pengenceran

fk = faktor koreksi kadar air

100 = faktor konversi ke %

31 = bobot atom P

95 = bobot molekul PO_4

Analisis Kalium

Ekstrak B yang telah dibuat dari langkah sebelumnya juga digunakan untuk pengukuran kadar K menggunakan fotometer nyala pada panjang gelombang

766,5 nm dengan konsentrasi deret standar K adalah 0; 2; 4; 8; 12; 16; dan 20 ppm. Kemudian dicatat emisi standar dan sampel.

Perhitungan kadar K juga menggunakan metode kurva standar seperti persamaan (1). Adapun perhitungan untuk menentukan kadar K menggunakan rumus berikut ini (Eviati dan Sulaeman, 2009):

$$\text{Kadar K (\%)} = \text{ppm kurva x} \frac{\text{—————}}{\text{—————}} \times \text{fp} \times \text{fk}$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko

fp = faktor pengenceran

fk = faktor koreksi kadar air

100 = faktor konversi ke %

Pembahasan

Sampel pupuk organik yang dianalisis merupakan pupuk organik kompos remah/curah murni bertekstur padat dengan kode sampel, yaitu 13/F/16 dan 14/F/16. Metode analisis dalam penelitian ini mengacu pada AOAC *International* (2002).

Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode gravimetri berdasarkan SNI 19-7030-2004. Data hasil perhitungan kadar air digunakan untuk menghitung kadar fosfor dan kalium dalam sampel pupuk organik sebagai faktor koreksi kadar air. Untuk data hasil perhitungan kadar air pada sampel pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil perhitungan kadar air sampel pupuk organik

No.	Kode Sampel	Kadar Air (%)
1.	13/F/16	49
2.	14/F/16	47,8

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan terhadap dua sampel pupuk organik, yaitu 13/F/16 dan 14/F/16, diketahui kedua sampel tersebut masing-masing mengandung air dengan kadar 49% dan 47,8%. Persyaratan teknis yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian berdasarkan SK Mentan no: 28/Permentan/SR.130/B/2009 menyebutkan bahwa kadar air yang seharusnya terkandung pada pupuk organik curah murni berkisar 15-25%. Jika mengacu pada persyaratan teknis tersebut,

jenis pupuk organik yang dianalisis tergolong masih memiliki kadar air yang cukup tinggi.

Kandungan air yang terlalu tinggi pada pupuk organik akan berdampak kurang baik, yaitu menurunnya kualitas dan peranan pupuk organik bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan oleh mikroorganisme yang berkembang lebih cepat di dalam pupuk yang akan menyebabkan kandungan hara dalam sampel berkurang sebelum digunakan (Subroto, 2009). Oleh karena itu, kadar air pada pupuk perlu diperhatikan untuk menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Destruksi Sampel

Tahapan selanjutnya untuk menganalisis kadar P dan K yaitu destruksi sampel. Jenis destruksi yang digunakan dalam proses analisis ini adalah destruksi basah dengan menggunakan campuran asam nitrat 65% dan asam perklorat 70% dengan masing-masing sebanyak 5 mL dan 0,5 mL. Kedua asam tersebut merupakan oksidator kuat. Asam-asam tersebut mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel pupuk. Asam perklorat digunakan untuk bahan yang sulit mengalami oksidasi, namun penggunaannya harus dilakukan dengan

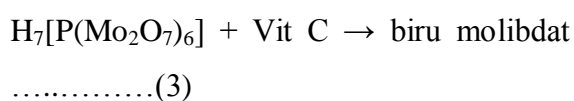
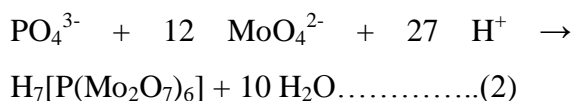
sangat hati-hati karena sifatnya yang mudah meledak. Perendaman sampel dengan campuran asam-asam tersebut dilakukan semalaman agar proses destruksi berlangsung secara optimal.

Proses destruksi dibantu dengan pemanasan menggunakan suhu 100 °C. Selama proses pemanasan berlangsung, keluar gas NO₂ yang berwarna kuning kecoklatan dari labu Kjeldahl. Setelah uap kuning habis, suhu dinaikkan sampai 200 °C untuk menyempurnakan proses oksidasi senyawa organik yang ada pada sampel. Destruksi diakhiri setelah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 mL. Keluarnya uap putih menandakan bahwa senyawa-senyawa yang ada pada sampel telah terurai menjadi senyawa bebas. Pada proses ini, terjadi penguraian P-organik dan K-organik menjadi ion PO₄³⁻ dan K⁺.

Analisis Kadar Fosfor

Pengukuran kuantitatif kadar fosfor secara spektrofotometri UV-Vis menggunakan pereaksi pembangkit warna untuk penentuan fosfat, yang terdiri dari campuran larutan amonium molibdat, asam sulfat 5 N, kalium antimonitratrat, dan asam askorbat.

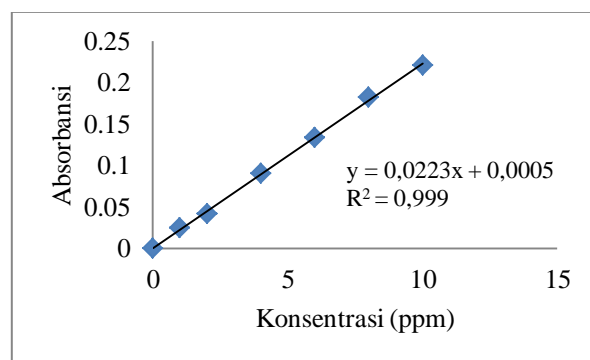
Ortofosfat dalam medium asam membentuk kompleks fosfomolibdenum yang berwarna kuning dengan molibdat. Kompleks fosfomolibdat tersebut harus direduksi oleh agen pereduksi yaitu asam askorbat, sehingga kompleks fosfomolibdat berwarna biru terbentuk. Hal ini bertujuan agar absorbansinya dapat diukur, Adanya senyawa antimonitartrat bertujuan untuk melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdat biru. Antimonitartrat meningkatkan intensitas warna biru dan menyebabkan pengukuran absorbansi yang lebih sensitif. Reaksinya adalah (Walinga, 1995):



Analisis P pada sampel dilakukan menggunakan metode kurva standar. Larutan deret standar P dibuat menggunakan larutan PO_4 dengan konsentrasi 0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm. Pereaksi pembangkit warna ditambahkan sebanyak 9 mL ke dalam masing-masing tabung kimia berisi standar dan sampel, dan dikocok dengan vortex sampai homogen.

Sampel kemudian didiamkan selama 15-25 menit agar reaksi pengompleks-an orthofosfat, reduksi pada kompleks fosfomolibdat serta pemantapan intensitas warna biru berlangsung sempurna. Larutan standar dan sampel diukur dengan spektrofotometer uv-visibel *double beam* pada panjang gelombang 889 nm, sehingga diperoleh absorbansi larutan standar dan sampel.

Konsentrasi fosfor dalam larutan sampel diperoleh dari hasil interpolasi absorbansi larutan sampel ke dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi linier pada kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi larutan standar PO_4 versus absorbansi ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan standar PO_4

Gambar 1. memperlihatkan kurva kalibrasi PO_4 yang mempunyai persamaan regresi linier $y = 0,0223x + 0,0005$ dengan $R^2 = 0,999$. Berdasarkan perhitungan,

dapat diketahui kadar fosfor sebagai P_2O_5 pada sampel pupuk organik dengan kode 13/F/16 sebesar 0,275%, sedangkan pada sampel 14/F/16 sebesar 0,29%. Hasil tersebut tergolong cukup baik, karena standar kualitas pupuk organik kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 menyebutkan bahwa standar minimum fosfor adalah 0,10%.

Fosfor merupakan salah satu nutrisi utama yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan P menampilkan gejala terhambatnya pertumbuhan tanaman, batang lemah dan kerdil, serta perkembangan akar terhambat. Kekurangan P menyebabkan terganggunya sebagian besar proses metabolisme pada tanaman, seperti pembelahan dan pembesaran sel, yang berakibat pada menurunnya tingkat produktivitas tanaman (Embleton, *et.al.*, 1973).

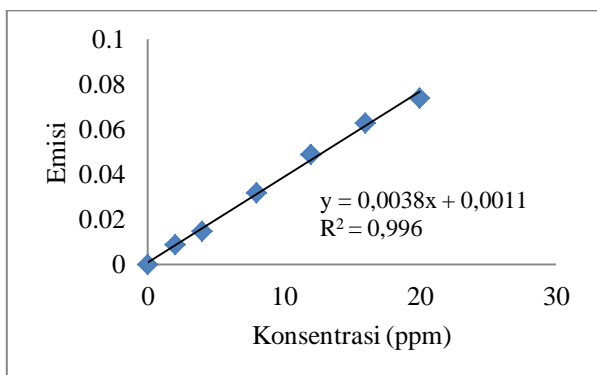
Fosfor tidak terdapat secara bebas di alam. Fosfor terdapat dalam air sebagai ortofosfat. Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer $H_2PO_4^-$ atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. (Engelstad, 1997).

Penyerapan fosfor oleh tanaman sangat tergantung pada kondisi pH tanah.

Pada tanah ber-pH rendah, fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Reaksi ini membentuk besi fosfat atau aluminium fosfat yang sukar larut dalam air sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Sedangkan pada tanah ber pH tinggi, fosfor akan bereaksi dengan ion kalsium. Reaksi ini membentuk ion kalsium fosfat yang sifatnya sukar larut dan tidak dapat digunakan oleh tanaman (Sutedjo, 2008).

Analisis Kadar Kalium

Hasil destruksi dengan pengenceran 10 kali tidak hanya untuk analisis P, tetapi juga dilakukan untuk analisis kadar K. Analisis kadar K dilakukan menggunakan instrumen fotometer nyala dengan penentuan kadar K menggunakan metode kurva standar. Larutan deret standar K dibuat dengan konsentrasi 0; 2; 4; 8; 12; 16; dan 20 ppm. Kurva kalibrasi larutan standar kalium dihasilkan dari emisi masing-masing larutan standar. Kurva kalibrasi larutan standar kalium versus emisi ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan standar K

Gambar 2. memperlihatkan kurva kalibrasi kalium yang mempunyai persamaan regresi linier $y = 0,0038x + 0,0011$ dengan $R^2 = 0,996$. Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui kadar kalium sebagai K_2O pada sampel pupuk organik 13/F/16 sebesar 2,58%, sedangkan pada sampel 14/F/16 sebesar 2,67%. Hasil tersebut tergolong cukup baik, karena standar kualitas pupuk organik kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 menyebutkan bahwa standar minimum kalium adalah 0,20%.

Kalium (K) merupakan unsur hara esensial primer bagi tanaman selain nitrogen dan fosfor. Kalium diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Tanaman yang kekurangan unsur hara ini berakibat terhambatnya proses fotosintesis dan bertambah giatnya proses respirasi pada tanaman. Gejala yang nampak pada kekurangan unsur hara K adalah daun menjadi kuning, terdapat bercak-bercak

kering (mati) di helaian daun atau sepanjang daun dan pertumbuhan terhambat serta lemah (Dwidjoseputro, 1980).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kadar P sebagai P_2O_5 dalam sampel pupuk organik dengan kode 13/F/16 sebesar 0,275%, sedangkan pada sampel 14/F/16 sebesar 0,29%. Adapun kadar K sebagai K_2O dalam sampel pupuk organik dengan kode 13/F/16 sebesar 2,58%, sedangkan pada sampel 14/F/16 sebesar 2,67%.

Daftar Pustaka

- Aditama, S., 2011, Pengaruh Berbagai Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat, *Skripsi*, IPB, Bogor.
- Anonim, 2004, *SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim, 2009, *Permentan No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah*, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Association of Official Agriculture Chemists, 2002, *Official Methods of Analysis of AOAC International*, Vol. 1, in Horwitz, W. (Ed.), Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs, AOAC

- International, 17th ed., Maryland, USA,
- Brady, N. C. and R. R. Weil, 2002, *The Nature and Properties of Soils*, 13th Edition, Upper Saddle River, New Jersey USA.
- Dwidjoseputro, D., 1980, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, Gramedia, Jakarta.
- Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Lebanauskas, and W. Reuther, 1973, Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization, In W. Reuther (Ed.), *The Citrus Industry*, Rev. Ed. *Univ. Calif. Agr. Sci. Barkely*, 3:183-210.
- Engelstad, O.P., 1997, *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*, Diterjemahkan oleh DH. Goenadi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Eviati dan Sulaeman, 2009, *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*, Petunjuk Teknis Edisi 2, Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Lambers H., F. S. Chapin, and T. L. Pon, 2008, *Plant Physiological Ecology*, Springer.
- Mardiansyah, A., 2010, Ekstraksi Bionutrien dari Tanaman MHR dan Aplikasinya pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.), *Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Parman, S., 2007, Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.), *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, Vol. 15, No. 2, 21-31.
- Rahman, T., 2000, *Nutrisi dan Energi Tumbuhan*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Subroto, 2009, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Sumekto, R., 2006, *Pupuk-Pupuk Organik*, PT. Intan Sejati, Klaten.
- Sutedjo, M. M., 2008, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, Rineka Cipta, Jakarta .
- Walinga, I., 1995, *Plant Analysis Procedures*, Wageningen Agricultural University, Netherland.