

TEKNIK AKTIVASI NEUTRON (AAN) UNTUK PENENTUAN EFISIENSI PEMUPUKAN TANAMAN DI LAHAN PASIR PANTAI SAMAS BANTUL

SUNARDI, Y. SARDJONO

*Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010
Telp. 0274.488435, Faks 487824*

Abstrak

TEKNIK ANALISIS AKTIVASI NEUTRON (AAN) UNTUK PENENTUAN EFISIENSI PEMUPUKAN TANAMAN DI LAHAN PASIR PANTAI SAMAS BANTUL. Telah dilakukan penentuan efisiensi pemupukan tanaman di lahan pasir pantai Samas dengan teknik analisis aktivasi neutron (AAN). Nilai efisiensi pemupukan dihitung berdasarkan perbandingan antara kandungan unsur dalam pupuk dengan kandungan unsur dalam cuplikan tanaman. Cuplikan pupuk hayati dan pupuk campuran diambil sebelum masa tanam, sedang cuplikan daun dan batang tanaman diambil pasca panen kemudian dikeringkan pada panas matahari dan digerus hingga halus dan homogen. Hasil eksperimen diperoleh nilai efisiensi pemupukan tanaman semangka yang diberi pupuk hayati adalah N ($58,47 \pm 1,89$) %, P ($12,97 \pm 0,98$) %, K ($32,26 \pm 1,03$) %, Mg ($40,80 \pm 1,37$) %, Ca ($47,46 \pm 1,12$) %, sedangkan tanaman semangka yang diberi pupuk campuran adalah N ($80,58 \pm 1,77$) %, P ($8,45 \pm 0,91$) %, K ($35,54 \pm 1,04$) %, Mg ($59,78 \pm 1,35$) %, Ca ($50,53 \pm 1,23$) %. Berdasarkan nilai efisiensi pemupukan diketahui bahwa pemupukan tanaman semangka di lahan pasir pantai dengan pupuk campuran relatif lebih efisien dari pada pupuk hayati.

Kata kunci : Teknik AAN, unsur hara makro, efisiensi pemupukan

Abstract

NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS (AAN) TECHNIQUE FOR DETERMINATION OF FERTILIZING EFFICIENCY IN SANDY SOIL OF SAMAS BEACH. Determination of fertilizing efficiency in sandy soil of Samas beach using neutron activation analysis (NAA) method. Fertilizing efficiency was determined based on comparison of element content of manure samples and leaf samples. The manure samples were taken before cultivation and leaf samples taken after cultivation and then the sample are cleaned from stone, grass, then samples were dried under sun light then grinded until homogen. The experiment result show that the fertilizing efficiency are N (58.47 ± 1.89) %, P (12.97 ± 0.98) %, K (32.26 ± 1.03) %, Mg (40.80 ± 1.37) %, Ca (47.46 ± 1.12) %, meanwhile to watermelon which was given with mixed fertilizer are N (80.58 ± 1.77) %, P (8.45 ± 0.91) %, K (35.54 ± 1.04) %, Mg (59.78 ± 1.35) %, Ca (50.53 ± 1.23) %. Based on the fertilizing efficiency, it shows that the fertilizing on sand soil of the beach by using mixed fertilizer relatively more efficient than biological fertilizer.

Keywords: NAA technique, macro nutritive element, fertilizing efficiency

PENDAHULUAN

Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) mempunyai keadaan ekosistem yang beragam mulai dari pasir pesisir pantai sampai dengan pegunungan, yang dapat dikelompokkan dalam zona agroekosistem lahan pasir, lahan persawahan, lahan kering

dataran rendah, lahan kering dataran medium, dan lahan kering dataran tinggi. Tantangan yang perlu dicermati adalah sekitar 70 % wilayah DIY merupakan lahan kering, di samping itu, memiliki juga lahan pasir pantai yang cukup luas di sepanjang pantai selatan^[1]. Lahan ini merupakan lahan marginal yang

diharapkan dapat dikembangkan menjadi lahan pertanian produktif dan mampu meningkatkan pendapatan masyarakat dan perekonomian daerah.

Salah satu usaha yang dapat diandalkan dalam pengelolaan dan pemanfaatan lahan yang kurang potensial menjadi lahan potensial adalah usaha tanaman semangka. Dengan introduksi teknologi menggunakan pembenahan tanah diharapkan semangka dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan buah yang bernilai ekonomi tinggi. Untuk meningkatkan hasil usaha tani di lahan pasir pantai agar dapat bersaing dengan hasil yang telah dicapai di lahan sawah, maka cara budidaya sayuran dan palawija di lahan pasir pantai perlu diperbaiki dengan melakukan perubahan-perubahan guna meningkatkan kondisi fisik dan kimia pada lingkungan perakaran tanaman. Salah satu cara yang sederhana dan mudah untuk diterapkan oleh petani adalah dengan pemberian pupuk organik maupun anorganik^[2].

Sejalan dengan peningkatan kesadaran masyarakat akan pemanfaatan segala sesuatu yang bersahabat dengan alam, penggunaan pupuk kimia untuk peningkatan kesuburan tanah, daya tumbuh dan produktifitas tanaman semakin dikurangi dan sebagai gantinya digunakan pupuk hayati (*biofertilizer*). Prinsip penggunaan pupuk tersebut adalah memanfaatkan kerja mikroorganisme tertentu dalam tanah yang berperan sebagai penghancur bahan organik, membantu proses mineralisasi atau bersimbiosis dengan tanaman dalam menambah unsur hara sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman^[3]. Teknik ini memberi manfaat pada tanaman untuk bisa tumbuh dan berproduksi di lahan marginal melalui peningkatan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, perbaikan kesuburan lahan dan peningkatan daya tahan terhadap kekeringan. Pupuk yang diberikan pada tanaman harus diketahui kandungan unsur haranya, sehingga diperlukan adanya suatu penelitian untuk menganalisis kandungan unsur hara dalam pupuk.

Penelitian ini dibatasi pada analisis kandungan unsur hara makro dalam pupuk dan tanaman semangka serta perhitungan nilai efisiensi pemupukannya dengan metoda AAN. Unsur hara yang diteliti juga terbatas pada sebagian unsur hara makro, yaitu nitrogen (N),

fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) dan kalsium (Ca).

Prinsip AAN

Sinar γ yang dipancarkan umumnya memiliki energi yang karakteristik untuk setiap unsur/isotop, sehingga dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknik spektrometri *gamma*.

Jumlah cacah kejadian peluruhan selama waktu pencacahan (t_c) adalah^[4,5].

$$C = \frac{m N_A}{B_A} a \frac{\phi \sigma \epsilon Y}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_a}) e^{-\lambda t_d} (1 - e^{-\lambda t_c}) \quad (1)$$

dengan:

ϕ = fluks neutron

σ = tampang lintang reaksi

λ = tetapan peluruhan

t_a = waktu yang diperlukan untuk iradiasi

t_d = waktu tunda (cooling time)

t_c = waktu yang diperlukan untuk pencacahan

m = massa cuplikan

a = kelimpahan relatif isotop cuplikan

N_A = bilangan Avogadro

B_A = berat atom unsur cuplikan

Untuk menghitung kadar dalam cuplikan digunakan metode relatif atau komparatif, untuk itu diperlukan cuplikan standar yang mengandung unsur yang akan ditentukan, yang jumlah dan komposisi telah diketahui dengan pasti. Cuplikan standar tersebut disiapkan dengan perlakuan yang sama seperti cuplikan yang diselidiki dan diiradiasi bersama-sama, sehingga mengalami paparan neutron yang sama besarnya. Dengan membandingkan laju cacah cuplikan dan standar dapat dihitung kadar unsur didalam cuplikan dengan rumus.

$$W = \frac{(\text{cps})_{\text{cuplikan}}}{(\text{cps})_{\text{standar}}} \times W_{\text{standar}} \quad (2)$$

dengan:

W = berat unsur yang diselidiki

W_{standar} = berat unsur standar

TATA KERJA

Teknik AAN dapat digunakan untuk menganalisis kandungan unsur hara dalam pupuk yang akan diberikan kepada tanaman serta kandungan unsur dalam batang dan daun semangka. Kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang terkandung dalam pupuk didefinisikan sebagai efisiensi

pemupukan yang dihitung dengan membandingkan kadar unsur hara dalam tanaman dengan kadar unsur hara dalam pupuk. Semakin besar nilai efisiensi pemupukan, maka pemupukan semakin efisien.

Alat dan Bahan

1. Unit generator neutron SAMES J-25 dan reaktor Kartini untuk aktivasi neutron
2. PC/AT dan AccuSpec
3. Perangkat spektrometer gamma dengan detektor HPGe
4. Unsur standar SRM 8704, standar pupuk N, P, K

Bahan

Cuplikan pupuk, terdiri dari pupuk hayati yang terbuat dari sampah organik yang telah membusuk yang diambil dari tempat pengolahan sampah kota Desa Condong Catur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, DIY dan pupuk campuran yaitu pupuk hayati yang dicampur dengan beberapa bahan kimia, yaitu : zeolit, KNO_3 , SP_{36} dan dolomit.

Cuplikan daun dan batang semangka yang diambil pasca panen. Unsur standar, yaitu standar NPK dan BRS (*Bufallo River Sediment*) 8704

Penyiapan Cuplikan

Cuplikan pupuk diambil sebelum masa tanam, sedangkan cuplikan daun dan batang tanaman diambil setelah selesai panen. Semua cuplikan dibersihkan dari batu, keril dan kotoran lain dan dipanaskan pada sinar matahari, kemudian digerus hingga halus dan dihomogenkan dan diberi label.

Iradiasi Cuplikan

Cuplikan diiradiasi dengan neutron cepat 14 MeV menggunakan generator neutron dengan fluks neutron $5,4 \cdot 10^7$ n/cm²dt. dan reaktor Kartini pada fasilitas Lazy susan. Proses iradiasi dengan generator neutron dilakukan

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial K_{\text{tanaman}}}\right)^2 (\Delta K_{\text{tanaman}})^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial K_{\text{pupuk}}}\right)^2 (\Delta K_{\text{pupuk}})^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{2 K_{\text{pupuk}}}\right)^2 (\Delta K_{\text{tanaman}})^2 + \left(\frac{K_{\text{tanaman}}}{2 K_{\text{pupuk}}}\right)^2 (\Delta K_{\text{pupuk}})^2} \quad (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian aplikasi konsep dan teknik fisika dalam bidang

selama 30 menit dengan arus deuteron 800 μA , tegangan operasi sebesar 110 kV, sedang iradiasi dengan reaktor Kartini dilakukan selama 4 jam. Kelongsong-kelongsong yang telah terisi cuplikan dan cuplikan standar kemudian diiradiasi dalam Reaktor Kartini dan berada pada posisi *Lazy Susan* (LS) 35-39 yang memiliki fluks neutron 1.10^{11} n/cm²dt, dengan daya 100 kW. Setelah iradiasi dengan generator neutron selesai kemudian dilakukan pencacahan dengan alat spektrometer gamma (*AccuSpec*), waktu pencacahan selama 2 menit dengan waktu tunda sekitar 30 detik hingga 4 menit tergantung dari banyaknya cuplikan yang diiradiasi.

Penentuan Efisiensi Pemupukan

Tanaman semangka kelompok pertama diberi pupuk hayati, selanjutnya disebut cuplikan A. Tanaman semangka kelompok kedua diberi pupuk campuran, selanjutnya disebut cuplikan B. Cuplikan A, cuplikan B, masing-masing dianalisis kandungan unsur hara makronya. Bagian tanaman semangka yang dianalisis terdiri dari daun dan batang. Dari hasil analisis kemudian dihitung nilai efisiensi pemupukan untuk masing-masing tanaman. Efisiensi pemupukan didefinisikan sebagai kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara makro yang terkandung dalam pupuk dan dirumuskan sebagai perbandingan kadar unsur hara dalam tanaman dengan kadar unsur hara dalam pupuk. Secara matematis dituliskan [6]:

$$E = \frac{K_{\text{tanaman}}}{n \cdot K_{\text{pupuk}}} \times 100\% \quad (3)$$

dengan :

- E : nilai efisiensi pemupukan
- K_{tanaman} : kadar unsur hara dalam tanaman
- K_{pupuk} : kadar unsur hara dalam pupuk
- N : banyaknya pemupukan (2 kali)

Nilai ralat efisiensi dirumuskan :

pertanian. Konsep dan teknik fisika yang diterapkan adalah teknik AAN, sedangkan bidang pertanian yang menjadi obyek penelitian

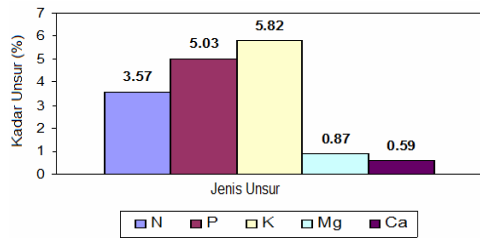
adalah pupuk dan pemupukan tanaman. Teknik AAN dalam penelitian ini digunakan untuk menganalisis kandungan unsur hara makro dalam pupuk. Unsur hara makro yang terkandung dalam pupuk selanjutnya akan diserap oleh tanaman, kemudian kandungan unsur dalam tanaman dianalisis dengan teknik

AAN. Kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara makro didefinisikan sebagai efisiensi pemupukan.

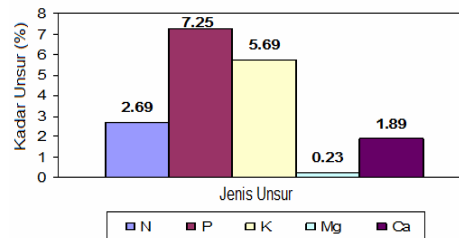
Berdasarkan hasil analisis kuantitatif, diperoleh data kadar unsur hara makro dalam cuplikan pupuk yang disajikan dalam Tabel 1 dan Gambar 1 dan 2

Tabel 1. Kadar Unsur Hara Makro Dalam Cuplikan Pupuk

Cuplikan	Kadar rerata unsur hara makro dalam cuplikan pupuk (%)				
	N	P	K	Mg	Ca
Pupuk A	3,57 ± 0,05	5,03 ± 0,01	5,82 ± 0,02	0,87 ± 0,003	0,59 ± 0,001
Pupuk B	2,69 ± 0,04	7,25 ± 0,01	5,69 ± 0,03	0,23 ± 0,001	1,89 ± 0,005



Gambar 1. Kadar Unsur Hara Makro Dalam Pupuk Hayati

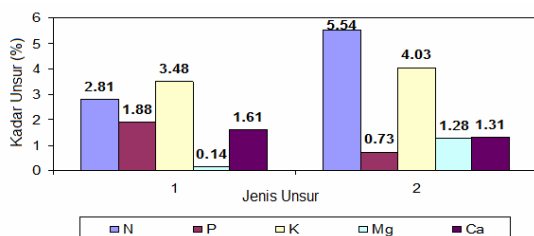


Gambar 2. Kadar Unsur Hara Makro Dalam Pupuk Campuran

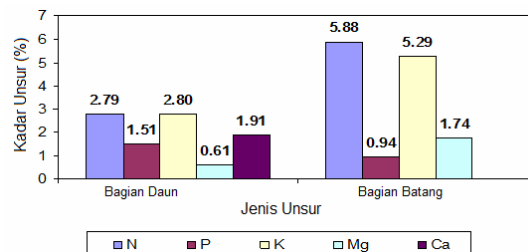
Hasil analisis kuantitatif cuplikan daun dan batang tanaman semangka setelah pasca panen disajikan pada Tabel 2 serta Gambar 3 dan 4

Tabel 2. Kadar Unsur Hara Makro Dalam Cuplikan Tanaman Semangka

Bagian Tanaman	Kadar rerata unsur hara makro dalam cuplikan tanaman (%)				
	N	P	K	Mg	Ca
Daun A	2,81±0,004	1,88±0,008	3,48±0,02	0,14±0,001	1,61±0,8
Batang A	5,54±0,013	0,73±0,007	4,03±0,03	1,28±0,02	1,31±0,03
Daun B	2,79±0,004	1,51±0,006	2,80±0,02	0,61±0,01	1,91±0,05
Batang B	5,88±0,012	0,94±0,008	5,29±0,03	1,74±0,02	1,43±0,07



Gambar 3. Kadar Unsur Hara Makro Dalam Tanaman A



Gambar 4. Kadar Unsur Hara Makro Dalam Tanaman B

Nilai Efisiensi Pemupukan

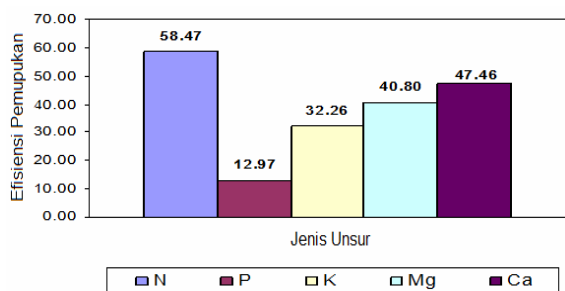
Efisiensi pemupukan didefinisikan sebagai kemampuan tanaman dalam menyerap

unsur hara makro yang terkandung dalam pupuk. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan (3), diperoleh nilai

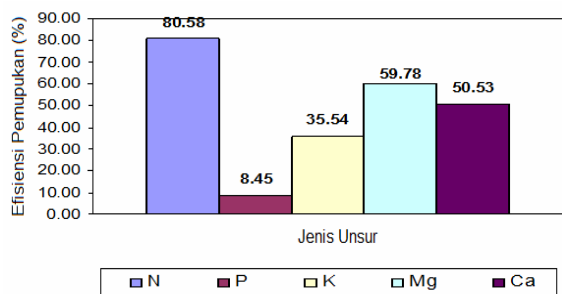
efisiensi pemupukan yang disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 5, 6

Tabel 3. Nilai Efisiensi Pemupukan Tanam Semangka

Jenis Tanaman	Efisiensi pemupukan tanaman semangka (%)				
	N	P	K	Mg	Ca
A	58,47±0,009	12,97±0,001	32,26±0,003	40,80±0,007	47,46±0,002
B	80,58±0,017	8,45±0,001	35,54±0,004	59,78±0,035	50,53±0,003



Gambar 5. Efisiensi Pemupukan Tanaman Semangka A



Gambar 6. Efisiensi Pemupukan Tanaman Semangka B

Kandungan Unsur Hara Makro Dalam Pupuk

Pemakaian pupuk bermaksud untuk memperbaiki kondisi tanah yang kurang kualitas unsur makro dan mikro bagi tanaman. Pemakaian pupuk sangat ditentukan oleh jenis tanah, jenis serta umur tanaman yang akan dipelihara. Oleh karena itu terdapat macam-macam jenis pupuk dengan kandungan unsur yang berbeda pula.

Pupuk yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu pupuk hayati dan pupuk campuran. Berdasarkan analisis kualitatif diketahui bahwa pupuk hayati dan pupuk campuran mengandung unsur hara makro yang sama, yaitu nitrogen, fosfor, kalium, magnesium dan kalsium. Berdasarkan analisis

kuantitatif diketahui bahwa kadar unsur hara makro dalam pupuk hayati dan pupuk campuran berbeda. Pupuk hayati lebih banyak mengandung nitrogen, kalium dan magnesium, sedangkan pupuk campuran lebih banyak mengandung unsur fosfor dan kalsium.

Pupuk hayati mengandung unsur sebagai berikut yaitu unsur nitrogen ($3,57 \pm 0,05$ %), fosfor ($5,03 \pm 0,01$ %), kalium ($5,82 \pm 0,02$ %), magnesium ($0,87 \pm 0,003$ %) dan kalsium ($0,59 \pm 0,001$ %). Pupuk campuran mengandung nitrogen ($2,69 \pm 0,04$ %), fosfor ($7,25 \pm 0,01$ %), kalium ($5,69 \pm 0,03$ %), magnesium ($0,23 \pm 0,001$ %) dan kalsium ($1,89 \pm 0,005$ %). Berdasarkan kandungan unsur haranya, pupuk hayati dan pupuk campuran termasuk pupuk majemuk yang berkadar hara rendah, karena mengandung lebih dari satu macam unsur hara dan kandungannya di bawah 20 %.

Berdasarkan pembuatannya pupuk hayati dan pupuk campuran termasuk pupuk alam, yaitu pupuk yang tidak dibuat di pabrik. Penelitian ini dibatasi pada analisis kandungan unsur hara makro dalam pupuk dan tanaman semangka serta perhitungan nilai efisiensi pemupukannya. Unsur hara yang diteliti juga terbatas pada sebagian unsur hara makro, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) dan kalsium (Ca).

Kandungan Unsur Hara Makro Dalam Tanaman Semangka

Unsur hara yang terkandung dalam pupuk setelah ditaburkan di lahan akan diserap oleh tanaman. Bagian tanaman semangka yang dianalisis dalam penelitian ini adalah daun dan batang untuk setiap perlakuan. Tanaman kelompok pertama diberi pupuk hayati, selanjutnya disebut tanaman A dan tanaman kelompok kedua diberi pupuk campuran, selanjutnya disebut tanaman B. Tanaman

kelompok A dan B masing-masing sekitar 100 tanaman semangka dalam luasan atau area 1 petak. Setiap tanaman diambil cuplikan bagian daun dan batangnya untuk dianalisis. Berdasarkan hasil analisis kualitatif menunjukkan adanya kandungan unsur hara makro dalam setiap bagian tanaman semangka seperti yang terkandung dalam pupuk. Berdasarkan hasil analisis kuantitatif menunjukkan bahwa setiap bagian tanaman memiliki kadar unsur hara makro yang bervariasi. Cuplikan daun tanaman A mengandung lebih banyak unsur nitrogen, kalium dan fosfor dari pada cuplikan daun tanaman B, sedangkan cuplikan daun tanaman B lebih banyak mengandung unsur magnesium dan kalsium. Cuplikan batang tanaman A lebih sedikit mengandung seluruh unsur hara makro dari pada cuplikan batang tanaman B.

Unsur hara makro yang kadarnya tertinggi dalam daun tanaman A dan daun tanaman B adalah kalium ($3,48 \pm 0,02$) % dan ($2,80 \pm 0,02$) %, sedangkan terendah adalah magnesium ($0,14 \pm 0,001$) % dan ($0,61 \pm 0,01$) %. Unsur hara makro yang kadarnya tertinggi dalam batang tanaman A dan tanaman B adalah nitrogen ($5,54 \pm 0,013$) % dan ($5,88 \pm 0,012$) %, sedangkan yang terendah adalah fosfor ($0,73 \pm 0,007$) % dan ($0,94 \pm 0,008$) %. Urutan unsur hara yang kadarnya tertinggi sampai terendah dalam daun tanaman A adalah K, N, P, Ca, Mg, sedangkan dalam tanaman B adalah K, N, Ca, P, Mg. Unsur Ca dalam tanaman B lebih tinggi dari unsur fosfor di sebabkan karena kandungan unsur Ca pupuk tanaman B lebih tinggi dari pada tanaman A yang berasal dari campuran zeolit. Pada batang tanaman A dan tanaman B urutan unsur hara yang kadarnya tertinggi sampai terendah adalah N, K, Mg, Ca, P.

Efisiensi Pemupukan

Efisiensi pemupukan dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara makro yang terkandung dalam pupuk. Semakin besar nilai efisiensi pemupukan berarti semakin banyak unsur yang terserap oleh tanaman dan begitu sebaliknya. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa unsur yang terserap oleh tanaman hanya bersumber dari pupuk dan mengabaikan sumber yang lain seperti tanah dan lingkungan, kecuali pada kondisi tertentu. Secara matematis efisiensi pemupukan dirumuskan sebagai

perbandingan antara kadar unsur hara dalam tanaman dengan kadar unsur hara dalam pupuk. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui nilai efisiensi pemupukan tanaman A untuk setiap unsur adalah nitrogen ($58,47 \pm 1,89$) %, fosfor ($12,97 \pm 0,98$) %, kalium ($32,26 \pm 1,03$) %, magnesium ($40,80 \pm 1,37$) % dan kalsium ($47,46 \pm 1,12$) %. Pada tanaman B nilai efisiensinya adalah nitrogen ($80,58 \pm 1,77$) %, fosfor ($8,45 \pm 0,91$) %, kalium ($35,54 \pm 1,04$) %, magnesium ($59,78 \pm 1,35$) % dan kalsium ($50,53 \pm 1,23$) %.

Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa fenomena lapangan. Pertama, sebagian besar unsur memiliki nilai efisiensi di bawah 50 %. Hal ini menunjukkan bahwa unsur hara makro yang terserap oleh tanaman lebih sedikit dibanding dengan yang tidak terserap. Unsur hara makro yang tidak terserap oleh tanaman dimungkinkan terbawa oleh air. Kedua, unsur fosfor memiliki nilai efisiensi pemupukan paling kecil diantara unsur hara makro lain untuk seluruh tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa unsur fosfor merupakan unsur yang paling sulit terserap oleh tanaman tetapi paling mudah terbawa oleh air. Sebaliknya unsur nitrogen merupakan unsur hara makro yang memiliki nilai efisiensi pemupukan paling tinggi diantara unsur hara makro lain. Hal ini berarti unsur nitrogen merupakan unsur yang paling mudah diserap oleh tanaman. Ketiga, nilai efisiensi pemupukan tanaman B relatif lebih tinggi dari pada tanaman A. Tanaman B lebih banyak menyerap unsur nitrogen, kalium magnesium dan kalsium dari pada tanaman A. Sebaliknya, tanaman A lebih banyak menyerap unsur fosfor dari pada tanaman B. Berdasarkan hasil analisis kandungan unsur makro dalam pupuk dan tanaman semangka serta perhitungan efisiensi pemupukan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan pupuk campuran pada tanaman semangka relatif lebih efisien dari pada pupuk hayati.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kualitatif dan kuantitatif kandungan unsur hara makro dengan teknik AAN, maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi pemupukan tanaman semangka pada lahan pasir yang diberi pupuk hayati untuk unsur makro adalah N ($58,47 \pm 1,98$) %, P ($12,97 \pm 0,98$) %, K ($32,26 \pm 1,03$) %, Mg

(40,80 ± 1,37) %, Ca (47,46 ± 1,12) %, sedangkan efisiensi pemupukan pada tanaman semangka yang diberi pupuk campuran adalah N (80,58 ± 1,77) %, P (8,45 ± 0,91) %, K (35,54 ± 1,04) %, Mg (59,78 ± 1,35) %, Ca (50,53 ± 1,23) %. Berdasarkan nilai efisiensi pemupukan diketahui bahwa pemupukan tanaman semangka di lahan pasir pantai dengan pupuk campuran relatif lebih efisien dari pada pupuk hayati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Suraji dan Sdr. Supriyanto yang telah membantu dalam aktivasi cuplikan, semoga amal kebaikan Sdr. mendapat imbalan dari Allah SWT

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, 2001, Biro Pusat Statistik (BPS), "Statistika Indonesia", Badan Pusat Statistik Yogyakarta,
2. KOMPAS, "Menyulap Tanah Pasir Menjadi Lahan Subur", [Http://kompas.com/kompas-cetak/0311/21/teropong/671590.htm](http://kompas.com/kompas-cetak/0311/21/teropong/671590.htm), Jakarta, 2003
3. ANONIM, "Hara Makro", [Http://nasih.staff.ugm.ac.id.pnt3403/hara%20makro.htm](http://nasih.staff.ugm.ac.id.pnt3403/hara%20makro.htm)
4. NARGOLWALLA, SAM..S. et.al, 1973, *Activation Analysis with Neutron Generators*, John Wiley and Sons, New York.
5. J. CSIKAI, 1984, "CRC Handbook of Fast neutron Generators", Vol. 1, Debrecen, Hungary.
6. SUTEJO, MULYANI, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, PT. Rineka Cipta, Jakarta

