

Jurnal

TEKNOLOGI & INDUSTRI

PANGAN

Volume xx Nomor 1 Tahun 2016



Publikasi Resmi

Pehimpunan Ahli Teknologi Pangan
Indonesia (PATPI)

bekerjasama dengan

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Terakredita

No 55a/DIKTI/Kep/20



Potpi

Artikel-artikel yang dipublikasikan dalam Jurnal edisi ini telah ditelaah oleh tim reviewer:

Dr. Ir. Ratih Dewanti Hariyadi , *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Dr. Ir. Budiasih Wahyuntari, *BPPT-JAKARTA*

Dr. Ir. Harsi D. Kusumaningrum, *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Dr. Ir. Wuryaningsih, *Pusiptek Serpong-TANGERANG*

Prof. Dr. Ir. Betty S. L. Jenie, *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Dr. Ir. Siswa Setyahadi, *BPPT, JAKARTA*

Dr. Ir. Hanifah Nuryani Lioe, *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Dr. Ir. Achmad Subagio, *FATETA-UNEJ-JEMBER*

Prof. Dr. Ir. Sutardi, *FATETA-UGM-YOGYAKARTA*

Dr. Ir. M. Arpah, *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Drh. Dr. Ekowati Handharyani, *FKH – IPB-BOGOR*

Prof. Dr. Ir. Tien R. Muchtadi, *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Prof. drh. MST. Ph.D Dondin Sajuthi, *FMIPA-IPB-BOGOR*

Prof. Dr. Ir. Fransiska R. Zakaria , *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Dr. Hermana, *PUSLITBANG GIZI-BOGOR*

Prof Dr. Ir. Simon Bambang Widjarnako, *FATETA-UNIBRAW-MALANG*

Dr. Ir. Sugiyono, *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB-BOGOR*

Dr. Ir. Sutrisno, *Departemen Teknik Pertanian, FATETA-IPB-BOGOR*

AKTIVITAS NANOMAGNETIT terhadap KANDUNGAN KLOROFIL pada TANAMAN BAYAM (*Amaranthus spp*)

[Nanomagnetite Activity toward Chlorophyll inside Spinach (*Amaranthus spp*)]

Maiyani Hartono^{1)*}, Sri Sugiarti²⁾, Latifah K Darusman³⁾

¹⁾Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor

²⁾Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³⁾Lembaga Riset Biofarmaka, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Diterima 16 Juli 2015/ Disetujui September 2016

ABSTRACT

Synthesis of nanomagnetite was complete by hydrothermal on mixtures of urea, citric acid and some of iron salts: $FeCl_2 \cdot 6H_2O$ at $200^\circ C$ (FE120), $FeCl_2 \cdot 6H_2O$ at $250^\circ C$ (FE125), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ at $200^\circ C$ (FE220), and $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ at $250^\circ C$ formula. Each of formula showed that averages of crystal sizes were 24.89 nm, 25.82 nm, 28.22 nm and 50.78 nm by XRD identification. Application of FE120 nanomagnetites was applied into spinaches increased concentration of iron and nitrogen after 30 days growth. The iron concentration was increased 3.62 % on soil media and 38.81 % on compos soil media. Nitrogen concentrations were increased 27.32 % on soil media and 66.67 % on compos soil media. Based on increased of iron and nitrogen concentration, there were influent of chlorophyll concentration 20.80 % on compos soil media and 8.87 % on soil media. Spinach that applied into media show the physics quality of stem diameter, leaf number, leaf area, and stem number better than control. Soil media and compos soil media weren't contaminated by iron and nitrogen inside of FE120 nanomagnetite.

Keywords: Chlorophyll, Iron, Nanoparticle, Magnetite, Nitrogen, Spinach

ABSTRAK

Sintesis Nanopartikel telah ditemukan dari proses hidrotermal campuran antara urea, asam sitrat, dan beberapa garam besi, formulasi : $FeCl_2 \cdot 6H_2O$ suhu $200^\circ C$ (FE120), $FeCl_2 \cdot 6H_2O$ suhu $250^\circ C$ (FE125), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ suhu $200^\circ C$ (FE220), dan $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ suhu $250^\circ C$. setiap formula memberikan ukuran rata-rata kristal antara lain 24,89nm; 25,22nm; dan 50,78nm dengan identifikasi XRD. aplikasi dari FE120 telah meningkatkan konsentrasi besi 3,62% pada media tanah dan 38,81% pada media kompos. Konsentrasi nitrogen meningkat 27,32% pada media tanah dan 20,80% pada media kompos. Berdasarkan kenaikan kadar besi dan nitrogen mempengaruhi konsentrasi nilai klorofil 20,80% pada media kompos dan 8,87% pada media tanah. Bayam yang diaplikasikan pada media menunjukkan kualitas fisik dari diameter batang, jumlah daun, dan akar yang lebih baik daripada kontrol. Media tanah dan kompos tidak terkontaminasi oleh besi dan nitrogen akibat pemberian formulasi nanomagnetit FE120.

Kata Kunci : Klorofil, Besi, Nanopartikel, Magnetit, Nitrogen, Bayam

PENDAHULUAN

Nanopartikel adalah partikel berukuran nanometer atau berdimensi 1-100 nm (Wang *et al.* 2010). Dimensi ini memungkinkan

nanopartikel dimanfaatkan di berbagai bidang karena sifat senyawa nanopartikel lebih baik dibandingkan dengan senyawa yang berukuran makro.

Beberapa penggunaan produk nanopartikel diantaranya sebagai sistem penghantar obat (Mohanraj dan Chen 2006) dan pada industri digunakan sebagai pendukung pengeras baja (Schulenburg 2008).

Pada bidang agrikultur, agar aplikasi nutrisi yang diserap tanaman lebih efisien, nanopartikel dijadikan sistem penghantar air, pupuk, herbisida, dan pestisida (Joseph dan Morrison 2006). Salah satu nanomaterial yang banyak diaplikasikan adalah magnetit (Fe_3O_4). Beberapa aplikasi magnetit digunakan dalam elektronik (Feiner 2006), energi (Hu dan Chen 2007), kesehatan (Caruthers *et al.* 2007) dan agri-nanoteknologi (Nair *et al.* 2010). Selain itu magnetit juga bisa dijadikan sumber mineral bagi tanaman seperti contohnya adalah unsur mikro besi.

Besi diserap tanaman dalam bentuk ion Fe^{2+} yang masuk melalui akar (Frossard *et al.* 2000). Besi juga berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan bertindak sebagai kofaktor dari berbagai enzim. Selain itu besi membantu pembentukan klorofil dan biji (Soepardi 1983). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk membuat magnetit dengan metode dekomposisi termal menggunakan $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5\text{NO})\text{O}_3$, $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COCHCOCH}_3)_3$, dan $\text{Fe}(\text{CO})_5$ untuk menghasilkan nanopartikel monodisper Fe_2O_3 dan Fe_3O_4 . Operasi sintesis yang rumit dan penggunaan pelarut kimia yang mahal dan beracun membuat sintesis tersebut tidak aman (Liang *et al.* 2006). Guan *et al.* (2009) mensintesis magnetit dengan menggunakan $[\text{Fe}(\text{urea})_6]\text{Cl}_3$ tanpa menambahkan surfaktan dan basa dengan metode *solvothermal*. Kemurnian magnetit yang dihasilkan tercapai setelah 72 jam reaksi pada suhu 198°C . Kelemahannya adalah dengan rentang waktu yang terlalu lama tersebut sintesis tidak berjalan dengan efisien dan efektif. Liang *et al.* (2006) mensintesis magnetit dengan mencampurkan garam besi sederhana $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, tanpa penambahan basa dan menghasilkan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ penambahan konsentrasi basa (NaOH) yang tinggi menghasilkan magnetit Fe_3O_4 dan penambahan basa yang rendah menghasilkan FeOOH .

Beberapa penelitian nanopartikel sebagai penghantar nutrisi berupa urea pada tumbuhan telah dilakukan. Tong *et al.* (2009) menggunakan superabsorben hidrojel sebagai penghantar urea, namun metode tersebut hanya menggunakan model dan desain matematis saja. Joseph dan Morrison (2006) telah mengaplikasikan nanoemulsi hidrojel pada tanaman untuk produk herbisida dan pestisida, namun belum dirancang sebagai penghantar urea yang merupakan unsur makro yang sangat

penting yang diperlukan oleh tanaman. Studi sebelumnya yang dilakukan oleh Wang *et al.* (2010) hanya memfokuskan efek fisiologis nanopartikel magnetit Fe_3O_4 pada tanaman labu dan rumput-rumputan pada tingkat stress oksidatif pada kondisi hidrofoni. Corradini *et al.* (2010) berhasil membuat nanopartikel berbahan dasar kitosan yang digunakan sebagai sistem pengantar pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium (NPK) yang berkoordinasi dengan bahan polimer. Pada penelitian tersebut NPK tidak diaplikasikan langsung terhadap tanaman. Sapudin *et al.* (2012), pada penelitiannya telah mengaplikasikan langsung magnetit-urea terhadap benih tanaman jagung dalam bentuk serbuk dan dibandingkan dengan pemberian cairan hasil sintesis magnetit yang pH-nya diatur (6, 7, 8) dan kontrol (tanpa perlakuan). Siregar (2011) melanjutkan dengan pengamatan pada tanaman jagung dimana tanaman tidak mengalami kerusakan penanaman dan memberikan hasil terbaik setelah 4 minggu masa tanam pada perlakuan bubuk magnetit. Bagaimanapun hasil penelitian belum memberikan gambaran ada atau tidaknya potensi tingkat racun besi dan nitrogen dari aplikasi pupuk nanomagnetit tersebut terhadap tanaman dan tanah.

Pada penelitian ini akan dibuat pupuk nanomagnetit dengan menggunakan metode hidrotermal untuk menghasilkan pupuk berbahan dasar nanomagnetit. Sintesis dilakukan pada kondisi suhu 200°C selama 12 jam menggunakan pelarut air yang telah dicampurkan dengan berbagai garam besi yaitu $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Nanomagnetit diaplikasikan pada tanaman bayam kemudian diamati penyerapan besi (Fe), nitrogen (N) dan kadar klorofilnya. Besi yang diserap berfungsi sebagai penyusun klorofil, protein, enzim, dan berperan dalam perkembangan kloroplas (Yuwono dan Afandhie 2008). Lehmann dan Hill (1941) menambahkan bahwa klorofil pada daun hijau sebanding dengan Fe yang aktif. Nanomagnetit dapat dijadikan sebagai pupuk majemuk dengan memberikan efek ganda bagi penyedia unsur nitrogen dan besi yang dapat meningkatkan kadar klorofil terhadap tumbuhan. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sintesis nanomagnetit menggunakan metode hidrotermal dengan variasi berbagai jenis garam besi dan suhu, serta mengamati aktivitas dan efisiensi nanomagnetit sebagai pupuk sumber besi dan nitrogen yang diaplikasikan

langsung pada tanaman bayam. Nanomagnetit diharapkan bisa digunakan sebagai solusi baru dalam meningkatkan efisiensi pemupukan dengan memberikan efek ganda sebagai penyedia unsur besi dan nitrogen yang diamati dari peningkatan kadar klorofil.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian secara umum dibagi menjadi dua, yaitu sintesis magnetit dan aplikasinya pada tanaman bayam. Sintesis magnetit menghasilkan 2 fase berupa padatan (magnetit) dan cairan (produk samping). Kadar N kedua fase tersebut dianalisis menggunakan metode Kjeldahl. Kadar besi dalam cairan dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS). Magnetit hasil sintesis dicirikan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Selanjutnya, dilakukan pengujian pada tanaman bayam dengan mengamati pertumbuhan vegetatifnya yang meliputi luas daun, diameter batang, jumlah batang, dan tinggi tanaman. Tanaman bayam ditumbuhkan pada media tanah dan tanah berkompos.

Sintesis Magnetit

Sintesis magnetit menggunakan metode Cheng *et al.* 2010 dan Saprudin *et al.* 2012, selain itu pada penelitian ini digunakan beberapa garam besi dengan konsentrasi 2 mmol yaitu : $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, 4 mmol natrium sitrat, dan 6 mmol urea dilarutkan dalam akuades 40 mL.

Tabel 1. Formula Sintesis dengan Beberapa Variabel Garam Besi dan Suhu

Garam Besi	Suhu (°C)	Kode Sampel
$\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	100	FE110
	200	FE120
	250	FE125
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	100	FE210
	200	FE220
	250	FE225
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	100	FE310
	200	FE320
	250	FE325

Larutan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 30 menit, kemudian dipanaskan selama 12 jam. Hasil sintesis dipisahkan dengan cara memipet cairan hingga padatan tertinggal, kemudian padatan dicuci dengan

etanol dan dikeringkan. Selain pada kondisi diatas, sintesis dilakukan pada variasi suhu 100 °C 200 °C, dan 250 °C. Pemberian kode pada sampel masing-masing hasil sintesis dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya cairan hasil sintesis diukur kadar besinya setelah ditambahkan larutan HNO_3 .

Identifikasi Magnetit dan Penentuan Ukuran Kristal Magnetit

Magnetit yang telah disintesis dicirikan dengan menggunakan XRD (*XRD-7000 X-Ray diffractometer*). Sampel sekitar 200 mg dicetak pada lempeng 2 x 2.5 cm. Lampu yang digunakan adalah Radiasi Cu K α dengan panjang gelombang (λ), pemayaran pada 0.15406 Å.

Perlakuan Magnetit Terhadap Tanaman Bayam

Pada tanaman bayam dalam pot kantong plastik berukuran 2 kg tanpa diberi perlakuan sebagai kontrol (K), kemudian ditambahkan magnetit masing-masing 0.03 g dan cairan magnetit sebanyak 1 mL dan dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK, pupuk organik. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Benih bayam ditanam sebanyak 5 bibit ditumbuhkan di dalam rumah kaca dan dipilih 2 bibit yang paling baik tumbuhnya setelah 7 hari untuk dapat dilanjutkan penanamannya sampai 30 hari. Kondisi media dibuat dengan memperhatikan pH dengan kisaran 6-7, cukup cahaya, dan kelembaban 40-60 %. Berikut media tanam untuk tanaman bayam seluruhnya dan kode untuk masing-masing perlakuan bisa dilihat dalam Tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. Perlakuan pemupukan terhadap beberapa media tanam bayam

Media	Perlakuan	Kode Perlakuan
Tanah	Pupuk Daun	KB
	Magnetit + Pupuk	
Kompos	Daun	KM
	Cairan Magnetit + Pupuk Daun	KCM
	Magnetit + Cairan Magnetit + Pupuk	KMCM
	Daun	
	Pupuk Urea + Pupuk Daun	KU

	Pupuk Organik + Pupuk Daun	KO
Tanah	Pupuk Daun	TB
	Magnetit + Pupuk Daun	TM
	Cairan Magnetit + Pupuk Daun	TCM
	Magnetit + Cairan Magnetit + Pupuk Daun	TMCM
	Pupuk Urea + Pupuk Daun	TU
	Pupuk Organik + Pupuk Daun	TO

Kondisi awal media diukur pH dan kadar besi. Setelah panen dilakukan pengamatan kadar klorofil, nitrogen, besi pada tanaman serta cemaran nitrogen dan besi pada tanah.

Penetapan Kadar Klorofil pada Tanaman Bayam

Penetapan klorofil menggunakan alat *Chlorophyll Meter SPAD-502Plus*, Konica Minolta produksi tahun 2009. Prinsip pengukuran adalah dengan merespon jumlah klorofil yang ada pada daun.

Tumbuhan yang dihitung berdasarkan jumlah cahaya yang ditransmisikan oleh daun pada dua daerah panjang gelombang klorofil yang berbeda. Panjang gelombang yang digunakan adalah 650 nm sampai 940 nm.

Analisis Data

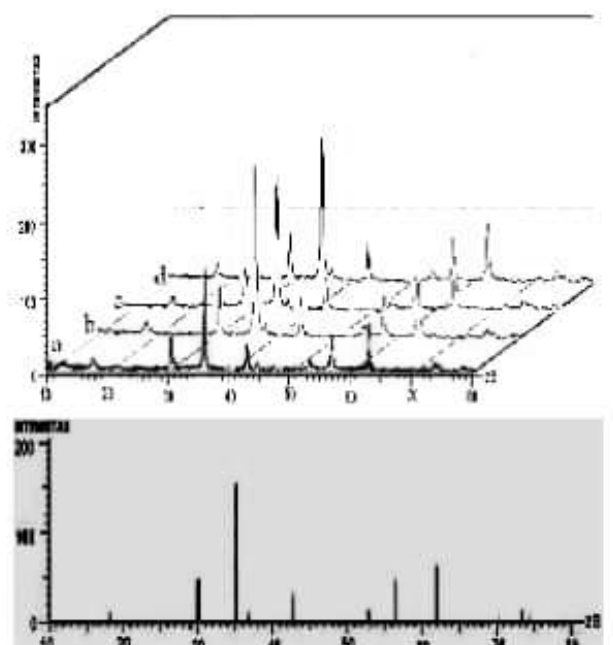
Data klorofil yang diperoleh akan dianalisis statistik dengan analisis rancangan acak lengkap (RAL) yang di ulang sebanyak 3 kali dengan faktor suhu dan garam besi yang digunakan, media tanah dan media tanah kompos tanpa nanomagnetit sebagai kontrol serta nanomagnetit, cairan magnetit, magnetit-cairan magnetit, pupuk urea, dan pupuk organik sebagai perlakuan. Data yang telah dihitung menjadi F-Hitung dan dibandingkan dengan F-Tabel 5%. Apabila data kurang dari 5% maka data yang dihasilkan berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Magnetit dan Hasil Sintesis

Sebelum dilakukan sintesis magnetit dengan variasi garam dan suhu dilakukan sintesis pendahuluan terlebih dahulu untuk

mencari formula yang tepat dalam menghasilkan nanomagnetit. Pada sintesis pendahuluan, kondisi sintesis divariasikan dengan mencoba tiga tingkatan urea 6 mmol (MUR), 30 mmol (MUS), dan 60 mmol (MUT) dengan konsentrasi garam besi $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (2 mmol) dan natrium sitrat (4 mmol) dipanaskan pada suhu 200 °C selama 12 jam. Setelah dipastikan magnetit terbentuk pada pada formula urea 6 mmol, maka komposisi ini dipilih untuk sintesis magnetit berdasarkan variasi garam besi dan suhu (Tabel 1). Hasil sintesis pada FE110, FE210, dan FE310 didapatkan bahwa magnetit dan hematite belum terbentuk, dan larutan terdiri atas Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Menurut Guan *et al.* (2009), larutan tersebut membentuk fasa intermediet dan reaktif. Otake *et al.* (2010) menyatakan pembentukan magnetit dari hematit akan terjadi pada suhu 150 °C dan 200 °C selama lebih dari 24 jam. Sintesis yang menghasilkan nanomagnetit adalah didapat pada formula FE120, FE125, FE210, dan FE225 berdasarkan hasil pengukuran XRD (Gambar 1) dan dibandingkan dengan standar. Serbuk magnetit yang dihasilkan berwarna hitam.



Gambar 1. Hasil identifikasi XRD magnetit FE120 (a), FE125 (b), FE220 (c), FE225(d), standar magnetit JCPDS No.19-0629(e).

Hasil XRD menunjukkan bahwa 100 % bubuk hasil sintesis adalah magnetit. Hal ini menunjukkan bahwa fase hematit dan magnetit telah tereduksi sempurna menjadi magnetit.

Ukuran Kristal Magnetit Hasil Sintesis

Berdasarkan Spektra XRD, perhitungan dengan menggunakan persamaan menunjukkan ukuran rata-rata kristal pada masing-masing formula seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Bobot dan Ukuran Partikel Hasil Sintesis Hidrotermal

Kode Sampel	Ukuran Kristal (nm)	Bobot Bubuk (gram)
FE120	24.89	0.1387
FE125	25.82	0.1099
FE220	28.22	0.1246
FE225	50.87	0.1283
FE320	254.88	0.1305
FE325	240.70	0.1171

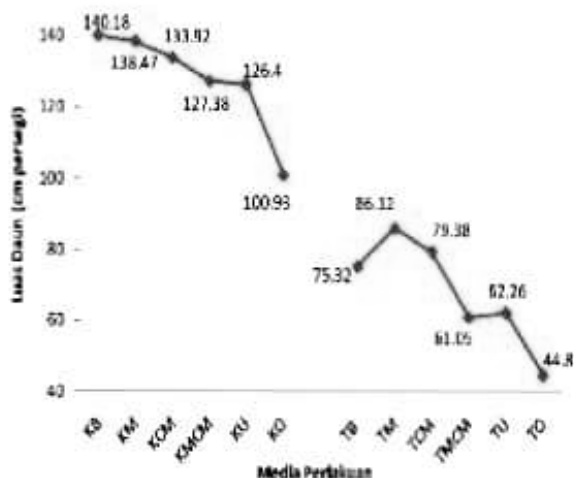
Hasil Perlakuan Magnetit Terhadap Tanaman Bayam

Salah satu magnetit yang telah terbentuk dari formula FE120 di ujikan kemampuannya sebagai pupuk penyedia unsur nitrogen dan besi pada tanaman bayam. FE120 dipilih karena ukuran kristalnya yang paling kecil.

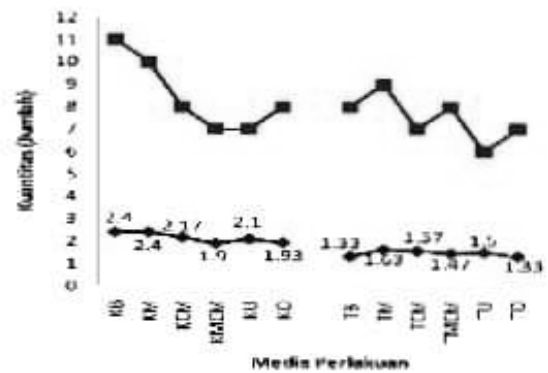
Benih bayam ditumbuhkan pada ruang terbuka selama 7 hari, dan diberi beberapa perlakuan seperti keterangan yang terdapat pada Tabel 1.

Kualitas Fisik Tanaman Bayam Setelah Perlakuan Magnetit dan Perlakuan Lainnya

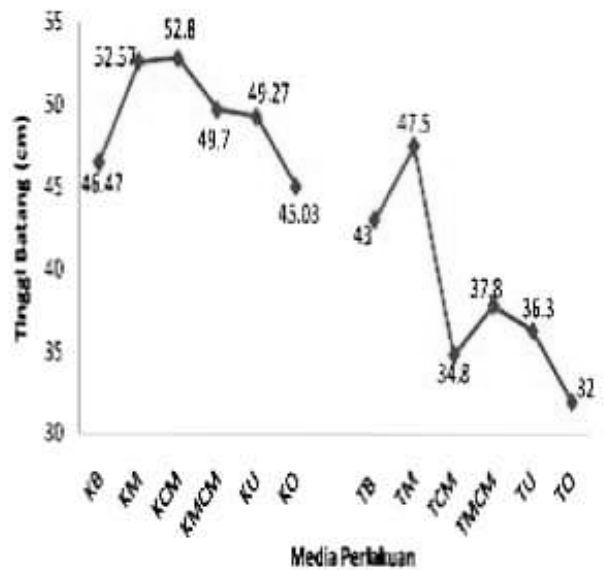
Setelah 30 hari masa tanam dilakukan panen terhadap bayam dan dilakukan pengamatan terhadap bayam terbaik dengan melihat kondisi fisik (Gambar 2) tanaman bayam. Kode media perlakuan sesuai dengan keterangan Tabel 1. Berikut grafik pengamatannya.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Kualitas Fisik Tanaman Bayam Setelah Perlakuan Magnetit, Luas Daun (a), Jumlah Batang dan diameter batang (b), Tinggi Batang (c)

Kondisi fisik bayam secara umum pada media tanah kompos memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penanaman bayam pada media tanah saja. Perlakuan yang telah dilakukan pada kedua media menunjukkan bahwa bayam dengan perlakuan magnetit memiliki kondisi akhir fisik bayam lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya dan daun lebih berwarna hijau (Gambar 3). Manfaat utama menggunakan nanopartikel bersifat magnetik adalah karena bisa bekerja pada wilayah yang spesifik (Melendi *et al.* 2008). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat daya penyerapan pada bagian khusus tumbuhan labu pada bagian akar sampai daun. Salah satunya yang dilakukan oleh Zhu *et al.* (2008), walaupun magnetit di berikan akumulatif pada sekeliling

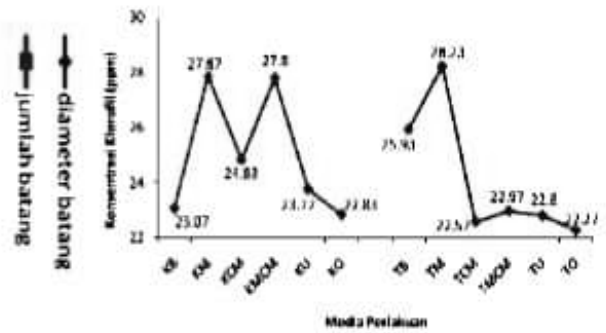
akar, sangat jelas tumbuhan labu dapat menyerapnya dan mengantarkan magnetit ke bagian tumbuhan lainnya (batang, akar, daun) dibandingkan dengan kontrol. Pengukuran magnet menggunakan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) terhadap tumbuhan dengan perlakuan magnetit menunjukkan kekuatan magnetik yang bervariasi (Corredor *et al.* 2009).



Gambar 3. Bayam dengan perlakuan magnetit pada media kompos (A) dan Bayam tanpa perlakuan pada media kompos (B)

Hasil Penentuan Kadar Klorofil pada Tanaman Bayam

Kadar klorofil pada media tanah dan kompos menghasilkan perbedaan kandungan kualitas kandungan klorofil. Klorofil dihitung konsentrasinya setelah panen bayam selama 30 hari. Data konsentrasi klorofil dihitung dengan rancangan acak lengkap untuk melihat apakah perbedaannya signifikan atau tidak sama sekali dengan kontrol. Kandungan klorofil bayam yang didapat pada media tanah dengan perlakuan magnetit memberikan hasil yang berbeda nyata dibandingkan kandungan klorofil bayam pada media tanah saja dan beberapa perlakuan lainnya. (Gambar 4). Kandungan klorofil pada bayam pada media tanah-magnetit (TM) lebih tinggi 8.87 % dari pada media tanah tanpa perlakuan magnetit (TB). Selain itu kandungan klorofil bayam pada media kompos-magnetit (KM) lebih tinggi 20.80 % daripada media kompos tanpa perlakuan magnetit (KB). Klorofil daun dengan perlakuan magnetit berbeda nyata jika dibandingkan media yang hanya menggunakan kompos saja dan perlakuan lainnya. Pada perlakuan Kompos dengan magnetit dan cairannya (KMCM), didapatkan kualitas klorofil hampir mendekati kualitas klorofil pada perlakuan magnetit (KM).



Gambar 4. Pengaruh Beberapa Perlakuan dan Magnetit Terhadap Kadar Klorofil Tanaman Bayam Pada Media Tanah-Kompos dan Media Tanah.

Kualitas Media Tanam setelah Penanaman Bayam dan Tingkat Pencemarannya

Kandungan besi pada media tanah dan kompos setelah penanam bayam secara keseluruhan berada pada kriteria tidak mencemari tanah (Gambar 4), dimana kandungan yang diperbolehkan tidak melebihi konsentrasi besi kritis dalam larutan tanah yang dapat meracuni tanaman, yaitu sekitar 100 ppm pada pH 3.7 dan 300 ppm pada pH 5.0 (Tadano dan Yoshida 1978). Secara Keseluruhan kadar besi setelah penanaman termasuk dalam kriteria marginal dan cukup (BPT 2005) untuk dapat ditanami kembali.

KESIMPULAN

Nanomagnetit yang diaplikasikan terhadap bayam meningkatkan kadar kadar besi dan nitrogen setelah 30 hari masa tanam. Kenaikan konsentrasi besi 3.62 % terjadi pada media tanah dan 38.81 % pada media tanah berkompos. Kenaikan konsentrasi nitrogen 27.32 % pada media tanah dan 66.67 % pada media tanah berkompos. Kenaikan kadar nitrogen dan besi tersebut meningkatkan konsentrasi klorofil sebesar 20.80 % pada media tanah berkompos dan 8.87 % pada media tanah. Tanaman bayam yang mendapatkan perlakuan magnetit juga menunjukkan adanya peningkatan diameter batang, jumlah daun, luas daun, dan jumlah batang dibandingkan dengan kontrol. Media tanah dan tanah berkompos yang digunakan setelah penanaman dengan perlakuan magnetit menunjukkan tidak adanya pencemaran pada parameter konsentrasi nitrogen dan besi.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPT] Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, air, dan Pupuk*. Bogor(ID): Balai Penelitian Tanah Pr.
- Corradini E, De Moura MR, Mattoso LHC. 2010. A preliminary Study of Incorporation of NPK Fertilizer Into Chitosan Nanoparticles. *Express Polymer Lettres*. 4(8):509-515. doi:10.3144/expresspolymlett. 2010. 64.
- Cheng W, Tang K, Qi Y, Sheng J, Liu Z. 2010. One-step synthesis of superparamagnetic monodisperse porous Fe₃O₄ hollow and core-shell spheres. *J Mat Chem*. 20:1799-1805. doi:10.1039/B919164J.
- Corredor E *et al*. 2010. Nanoparticle Penetration and Transport in Living Pumpkin Plants : in situ subcellular identification. 9:45 . *BMC Plant Biology*. doi:10.1186/1471-2229-9-45
- Caruthers SD, Wickline SA, Lanza GM. 2007. Nanotechnological applications in medicine. *Curr OpinBiotechnol*. 18:26-30. doi:10.1016/j.copbio. 2007.01.006.
- Feiner LF. 2006. Nanoelectronics:crossing boundaries and borders. *Nat.Nanotechnol*. 1(2):91-92. doi:10.38/nnano. 2006.112.
- Frossard E, Condrón LM, Oberson A, Sinaj S, Fardeau JC. 2000. *J. Environ. Qual*. 29. 12-53.
- Guan N, Wang Y, Sun D, Xu J. 2009. A simple one-pot synthesis of single-crystalline magnetite hollow spheres from a single iron precursor. *Nanotech J*. 20:1-8. doi:10.1088/0957-4448/20/10/105603.
- Hu L, Chen G. 2007. Analysis of optical absorption in silicon nanowire arrays for photovoltaic applications. *Nano Lett*. 7(11):3249-3252.
- Joseph T, Morrison M. 2006. Nanotechnology in agriculture and food. *Nanoforum* [Internet]. [diunduh 2014 Mei 20]. Tersedia pada: www.nanoforum.org
- Lehmann H, Hill R . 1941. *Studies on Iron in Plants with Special Observation on The Chlorophyll: Iron Ratio*. Cambridge (GB): Biochemical Laboratory.
- Liang X, Wang X, Zhuang J, Chen Y, Wang D, Li Y. 2006. Synthesis of nearly monodisperse iron oxide and oxyhydroxide nanocrystals. *Adv Funct Mater*. 16:1805-1813. doi:10.1002/adfm. 200500884.
- Mohanraj VJ, Chen Y. 2006. Nanoparticles-A review. *Tropical Journal Pharmaceutical Research*. 5(1) : 561-573. ISSN: 1596-5996.
- Melendi PG, Pacheco RF, Luque APD. 2008. Nanoparticles as Smart Treatment-Delivery Systems in Plants : Assessment of Different Tehniques of Microscopy for their Visualization in Plant Tissues. *Ann Bot*. 101(1): 187-195. doi:10.1093/aob/mcm283.
- Nair R, Varghese SH, Nair BG, Maekawa T, Yoshida Y, Kumar DS. 2010. Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Sci*. 179:154-163. doi:10.1016/j.plants. 2010.04.012.
- Otake T, Wesolowski DJ, Anovitz LM, Allard LF, Ohmoto H. 2010. *J gca*. 74. 6141-6156. doi 10.1016/j.gca.2010.07.024.
- Schulenburg M. 2008. *Nanoparticles – small things, big effects Opportunities and risks*. Berlin (DE): Federal Ministry of Education and Research.
- Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor (ID): Fakultas Pertanian.
- Saprudin D, Gulamahdi M, Hartatik W, Darusman LK, Nuraisyah I. 2012. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 17 (2): 1-7. ISSN 0853-4217.
- Siregar IN. 2011. Studi Penggunaan Nanomagnetit Sebagai Penyedia Unsur Hara Nitrogen Pada Tanaman Jagung [Skripsi]. Bogor (ID): Departemen Kimia, Institut Pertanian Bogor.
- Tong Z, Yuhai L, Shihuo Y, Zhongyi H. 2009. Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled release of urea: Experiments and a mathematical model describing the release rate. *J. Biosystemseng*. 2:44-50. doi:10.1016/ 2008.09.027.
- Tadano T, Yoshida S. 1978. *Soil and Ric: Chemical Changes in Submerged Soils and Their Affect on Rice Growth*. 13: 399-420. Japan (JP): The International Rice Research Institute.

- Wang H, Hu P, Pan D, Tian J, Zhang S, Volinsky AA. 2010. Carbothermal reduction method for Fe_3O_4 powder synthesis. *Journal of Alloys and Compounds*. 502 : 338-340. doi:10.1016/j.jallcom.2010.03.001.
- Yuwono NW, Afandhie R. 2008. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Zhu H, Han J, Xiao JQ, Jin Y. 2008. Uptake, translocation, and accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumpkin plants. *J Environ Monit*. 10(6):713-7. doi: 10.1039/b805998e.