

**PENGARUH PENAMBAHAN UREA TERHADAP PENINGKATAN PENCEMARAN
NITRIT DAN NITRAT DALAM TANAH**
(Influence of Addition of Urea to Increased Pollution of Nitrite and Nitrate in The Soil)

Aida Mawaddah*, Roto dan Adhitasari Suratman

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Yogyakarta 55281.

*Penulis korespondensi. Tel: 082243912622. Email: aidamawaddah91@gmail.com.

Diterima: 30 Mei 2016

Disetujui: 1 September 2016

Abstrak

Nitrat dan nitrit merupakan sumber nitrogen bagi tanaman. Nitrogen sangat diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Bentuk-bentuk nitrogen di lingkungan mengalami transformasi sebagai bagian dari siklus nitrogen seperti nitrifikasi dan denitrifikasi. Apabila kadar nitrogen dalam tanah rendah, maka urea digunakan sebagai sumber nitrogen. Perubahan urea menjadi nitrit atau nitrat pada beberapa sampel tanah perlu diketahui. Kadar nitrit dan nitrat yang tinggi dapat meningkatkan pencemaran di dalam tanah. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah pasir, tanah sawah, tanah pupuk kompos dan tanah pupuk kandang. Analisis nitrit dan nitrat dilakukan dengan menggunakan pereaksi asam p-amino benzoat (PABA) yang dikopling dengan N-naftiletilediamin (NEDA) dan reduktor *spongy cadmium*. Sebelum digunakan untuk analisis nitrit dan nitrat, metode divalidasi terlebih dahulu. Hasil validasi metode analisis nitrit dan nitrat dengan pereaksi PABA/NEDA menunjukkan persentase perolehan kembali masing-masing antara 87,15–100,8% untuk nitrit dan 88,16–105,7% untuk nitrat. Setelah ditambah urea sebesar 0,66 g.kg⁻¹ ke dalam tanah, konsentrasi nitrit dan nitrat pada semua sampel tanah mengalami peningkatan. Dari penelitian ini diketahui bahwa peningkatan kadar nitrit dan nitrat setelah ditambahkan urea sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah.

Kata kunci: nitrit, nitrat, spektrofotometri UV-Vis, urea, tanah, kompos.

Abstract

Nitrate and nitrite were sources of nitrogen for plants. Nitrogen is indispensable for the growth and development of plants. The forms of nitrogen in the environment undergoes a transformation as part of the nitrogen cycle like nitrification and denitrification. If nitrogen level in the soil is low, urea is used as a source of nitrogen. Changes of urea into nitrite or nitrate in some of soil samples need to be known. The levels of nitrite and nitrate are high can increase pollution in the soil. Some of soil samples which is used in this research were sandy soil, paddy soil, compost soil and manure soil. Analysis of nitrite and nitrate were conducted by using a reagent p-amino benzoic acid (PABA) / N-naphthylethylenediamine (NEDA) and spongy cadmium as reductor. Before being used for the analysis of nitrite and nitrate, this method was validated first. The results of validation of nitrite and nitrate analysis method by using a reagents PABA / NEDA showed the percent recovery were respectively 87.15-100.8% for nitrite and 88.16-105.7% for nitrate. After the addition of 0.66 g.kg⁻¹ urea into the soil, nitrite and nitrate concentration in all soil sample has increased. Based on this research was known that the increased levels of nitrite and nitrate after the addition of urea was influenced by soil condition.

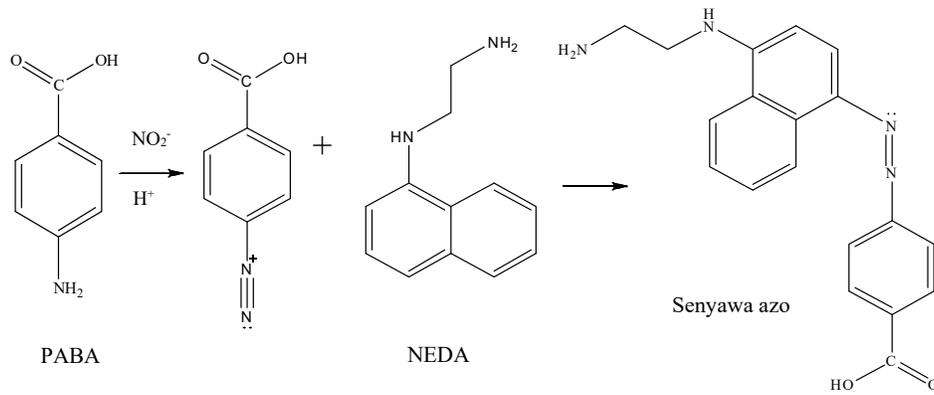
Keywords: nitrite, nitrate, UV-Vis spectrophotometry, urea, soil, compost.

PENDAHULUAN

Urea merupakan salah satu jenis pupuk nitrogen buatan yang banyak digunakan di sektor pertanian. Urea mengandung nitrogen dengan kadar yang tinggi. Unsur nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan (Wahyudi, 2010). Bentuk-bentuk nitrogen di lingkungan mengalami transformasi sebagai bagian dari siklus nitrogen seperti nitrifikasi dan denitrifikasi. Penggunaan pupuk urea yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi nitrit (NO₂⁻) dan nitrat

(NO₃⁻) di dalam tanah (Fan dkk., 2010). Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan nitrit dan nitrat di dalam tanah adalah temperatur, pH, potensial redoks (pE) dan kadar oksigen terlarut (Manahan, 2005).

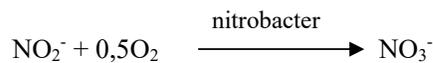
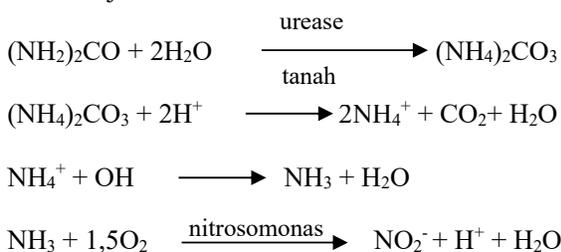
Hasil transformasi dari nitrogen dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Menurut Wantasen dkk. (2012), lingkungan abiotik dapat tercemar oleh hasil transformasi dari nitrogen seperti nitrat, nitrit dan amonia. Nitrat merupakan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman air dan algae sehingga menyebabkan pertumbuhan flora akuatik yang tidak terkendali sedangkan nitrit dan amonia



Gambar 1. Reaksi diazotasi antara PABA dan nitrit dan dikopling dengan NEDA.

merupakan senyawa toksik yang dapat mematikan organisme air. Menurut Rustadi (2009), konsentrasi nitrogen yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan fitoplankton yang berlebih atau eutrofikasi dan bisa menyebabkan pencemaran air waduk. Selain lingkungan abiotik, hasil transformasi nitrogen juga memberikan dampak negatif terhadap manusia. Nitrit dan nitrat di dalam tanah dapat mencemari sumber air disekitarnya seperti air sungai dan air sumur. Kehadiran senyawa nitrit dan nitrat pada air tanah dengan konsentrasi yang melebihi standar kualitas air bersih dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia. Nitrat di dalam tubuh dapat dikonversikan menjadi nitrit yang pada kondisi tertentu dapat bereaksi dengan asam amino membentuk nitrosamin yang bersifat karsinogenik (Erkekoglu dkk., 2009). Batas maksimum konsentrasi nitrit dan nitrat dalam air bersih adalah sebesar 1 dan 10 mg L⁻¹ (Anonim, 1990).

Urea dibutuhkan oleh tanaman dalam bentuk amonium dan nitrat. Urea di dalam tanah akan terhidrolisis menjadi amonium dan nitrat sehingga mudah diserap oleh tanaman (Crawford, 1995). Perubahan urea menjadi bentuk nitrat tergantung pada jenis tanah di mana setiap jenis tanah memiliki jumlah bakteri tanah yang berbeda. Jumlah bakteri tanah tergantung pada sifat fisik dan kimia tanah. Bakteri nitrifikasi mampu menyusun senyawa nitrat dari senyawa amonia yang pada umumnya berlangsung secara aerob di dalam tanah (Bernhard, 2010). Berikut adalah reaksi hidrolisis urea menjadi nitrat.



Kecepatan urea untuk dapat terhidrolisis tergantung pada kondisi tanah. Akan tetapi pada umumnya urea mulai dapat terhidrolisis pada hari ke 5 setelah pengaplikasian (Sholikah dkk., 2013). Dalam penelitian ini, dilakukan analisis nitrit dan nitrat dalam berbagai jenis sampel tanah dengan metode spektrofotometri menggunakan pereaksi asam p-amino benzoat (PABA) yang dikopling dengan N-naftiletilediamin (NEDA). Mekanisme reaksi yang terjadi disajikan pada Gambar 1.

METODE PENELITIAN

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium nitrit (NaNO₂), kalium nitrat (KNO₃), p-amino benzoic acid (PABA), N-(1-naptil) etilendiamin dihidroklorida (NEDA), asam klorida (HCl), kadmium sulfat (CdSO₄), logam Zn, aquabides. Semua bahan menggunakan kualitas pro analisis dan diproduksi oleh Merck.

Sampel yang digunakan adalah tanah pasir, tanah sawah, tanah pupuk kompos dan tanah pupuk kandang. Semua sampel diambil pada tanggal 10 Desember 2015. Sampel tanah pasir dan tanah sawah diambil di Seturan dan Nologaten Yogyakarta. Sampel tanah pupuk kompos dan kandang dibeli di tempat penjualan tanaman di Condong Catur Yogyakarta.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, neraca analitik (Mettler AE100), termometer, *centrifuge* biofuge primo, spektrofotometer UV-Vis *Spectronic* 200, pengaduk magnetik.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi sampel tanah

Ekstraksi sampel dilakukan dengan cara menimbang sampel tanah sebanyak 20,0 g

kemudian dilarutkan dalam 50 mL aquabides. Selanjutnya larutan diaduk dengan magnetik stirer selama 45 menit dan disaring menggunakan kertas saring kemudian disentrifuse pada 4000 rpm selama 30 menit. Ekstrak yang diperoleh digunakan untuk analisis nitrit dan nitrat dalam sampel tanah.

Analisis nitrit pada sampel tanah

Analisis nitrit pada sampel tanah dilakukan dengan mereaksikan 5 mL ekstrak sampel dengan 3,5 mL PABA 0,02% dan 3 mL HCl 1 M. Larutan kemudian didiamkan selama 9 menit. Ion benzenediazonium yang terbentuk selanjutnya dikopling dengan 3 mL NEDA 0,04% dan diencerkan dengan buffer asetat pH 3 dalam labu takar 25 mL. Senyawa azo yang terbentuk didiamkan selama 10-120 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 555 nm. Kandungan nitrit dalam tanah dikontrol setiap minggu sampai minggu ke empat.

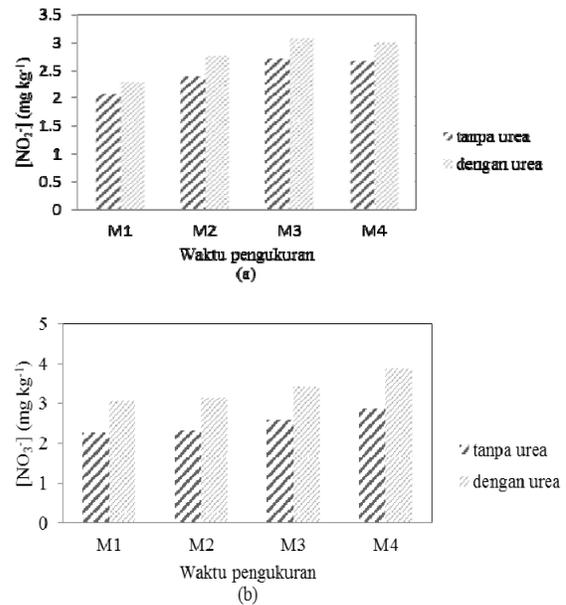
Analisis nitrat pada sampel tanah

Analisis nitrat dalam sampel tanah dilakukan dengan mereaksikan 10 mL ekstrak sampel dengan 3 mL buffer amonia pH 8 dan 0,604 g *spongy* kadmium. Selanjutnya larutan dishaker selama 60 menit, setelah itu larutan dipisahkan dari *spongy* kadmium dengan cara didekantasi. Larutan nitrit hasil reduksi pada ekstrak sampel dan dianalisis dengan mengambil 5 mL larutan sampel kemudian ditambahkan dengan 3,5 mL PABA 0,02% dan 3 mL HCl 1 M. Larutan kemudian didiamkan selama 9 menit. Ion benzenediazonium yang terbentuk selanjutnya dikopling dengan 3 mL NEDA 0,04% dan diencerkan dengan buffer asetat pH 3 dalam labu takar 25 mL. Senyawa azo yang terbentuk didiamkan selama 10-120 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 555 nm. Kandungan nitrat dalam tanah dikontrol setiap minggu sampai minggu ke empat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi menunjukkan linearitas nitrit dan nitrat memiliki $R^2=0,999$ pada rentang 0,1–1,0 mg.L⁻¹ dengan nilai absorptivitas molar sebesar $3,3810 \times 10^4$ L.mol⁻¹.cm⁻¹ untuk nitrit dan $3,7882 \times 10^4$ L.mol⁻¹.cm⁻¹ untuk nitrat. Batas deteksi nitrit sebesar 3,17 µg.L⁻¹ dengan %RSD antara 0,23-1,49%. Batas deteksi nitrat sebesar 7,71 µg.L⁻¹ dengan %RSD antara 0,29–1,35%. Persentase perolehan kembali analisis nitrit dan nitrat masing-masing antara 87,15–100,76% dan 88,16–105,67%.

Berdasarkan hasil penelitian penambahan urea dapat meningkatkan konsentrasi nitrit dan nitrat

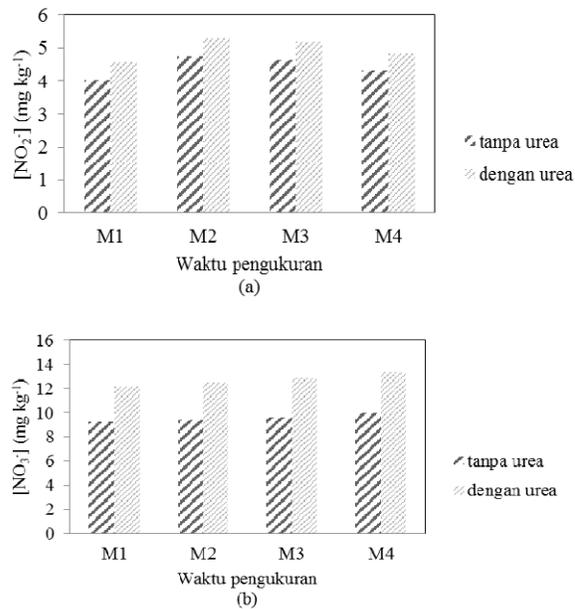


Gambar 2. Konsentrasi (a) nitrit dan (b) nitrat dalam sampel tanah pasir (M = Minggu).

dalam tanah (Gambar 2). Konsentrasi nitrit dalam sampel tanah pasir tanpa penambahan urea diperoleh sekitar 2,07–2,71 mg.kg⁻¹ sedangkan dengan penambahan urea adalah sekitar 2,30–3,01 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrat dalam sampel tanah pasir tanpa penambahan urea diperoleh sekitar 2,27–2,87 mg.kg⁻¹ sedangkan konsentrasi nitrat dalam sampel tanah pasir dengan penambahan urea adalah sekitar 3,07–3,88 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrit pada tanah pasir meningkat sekitar 0,230–0,360 mg.kg⁻¹ setelah penambahan urea dan nitrat sekitar 0,800–1,01 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrit dan nitrat yang terkandung dalam tanah pasir tidak terlalu tinggi. Menurut Gadkari (1990), tanah pasir tidak mendukung untuk terjadinya proses nitrifikasi. Hal ini terjadi karena kondisi yang tidak menguntungkan dari tanah pasir yaitu antara lain intensitas cahaya matahari yang sangat besar, suhu yang tinggi dan kemampuan menahan air pada tanah pasir sangat rendah (Aak, 1993).

Konsentrasi nitrit dalam sampel tanah sawah tanpa penambahan urea dari hasil penelitian (Gambar 3) adalah sekitar 9,27–9,96 mg.kg⁻¹ sedangkan konsentrasi nitrit dalam sampel tanah sawah dengan penambahan urea adalah sekitar 12,2–13,3 mg.kg⁻¹.

Konsentrasi nitrat dalam sampel tanah sawah tanpa penambahan urea adalah sekitar 9,27–9,96 mg.kg⁻¹ sedangkan konsentrasi nitrat dalam sampel tanah sawah dengan penambahan urea adalah sekitar 12,2–13,3 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrit pada tanah sawah meningkat sekitar 0,510–0,570 mg.kg⁻¹ setelah penambahan urea dan nitrat sekitar 2,94–

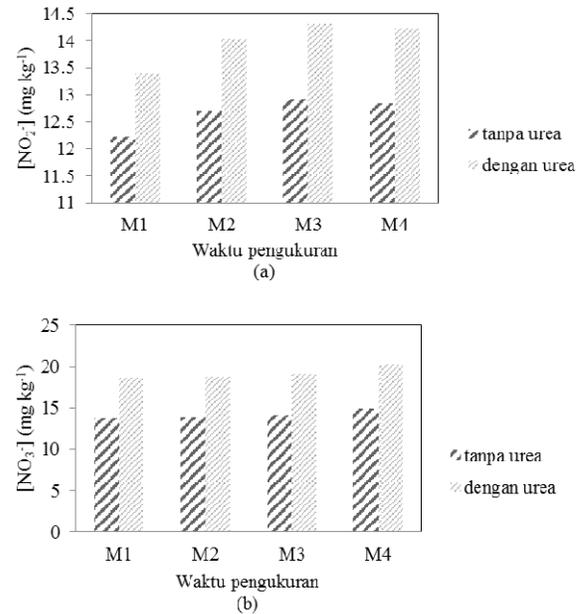


Gambar 3. Konsentrasi (a) nitrit dan (b) nitrat dalam sampel tanah sawah (M = Minggu).

3,42 mg.kg⁻¹. Berdasarkan hasil penelitian penambahan urea pada sampel tanah sawah tidak terlalu berpengaruh karena kondisi tanah sawah yang tergenang air sehingga oksigen yang ada didalam tanah berkurang, oleh karena itu kemampuan bakteri *nitrosomonas* dan *nitrobacter* dalam mengoksidasi nitrit menjadi nitrat tidak maksimal. Sementara itu, bakteri *nitrosomonas* merupakan bakteri aerob yang membutuhkan oksigen untuk proses nitrifikasi (Bernhard, 2010).

Berdasarkan Gambar 4, konsentrasi nitrit dalam sampel tanah pupuk kompos tanpa urea berkisar antara 12,2–12,9 mg kg⁻¹ sedangkan konsentrasi nitrit dalam sampel tanah pupuk kompos dengan penambahan urea berkisar antara 13,4–14,3 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrat dalam sampel tanah pupuk kompos tanpa penambahan urea dari hasil penelitian diperoleh sekitar 13,9–14,9 mg.kg⁻¹, sedangkan konsentrasi nitrat dalam sampel tanah pupuk kompos dengan penambahan urea adalah sekitar 18,7–20,3 mg kg⁻¹. Konsentrasi nitrit pada tanah pupuk kompos meningkat sekitar 1,18–1,40 mg.kg⁻¹ setelah penambahan urea dan nitrat meningkat sekitar 4,84–5,38 mg.kg⁻¹. Kandungan nitrit dan nitrat dalam sampel tanah pupuk kompos tanpa urea cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena kandungan nitrogen dan asam amino yang terdapat dalam daun.

Asam amino yang terkandung dalam daun mengalami perombakan menjadi gas amonia kemudian gas amonia akan bereaksi dengan air dan berubah menjadi amonium. Amonium yang dihasilkan akan mengalami oksidasi menjadi nitrit

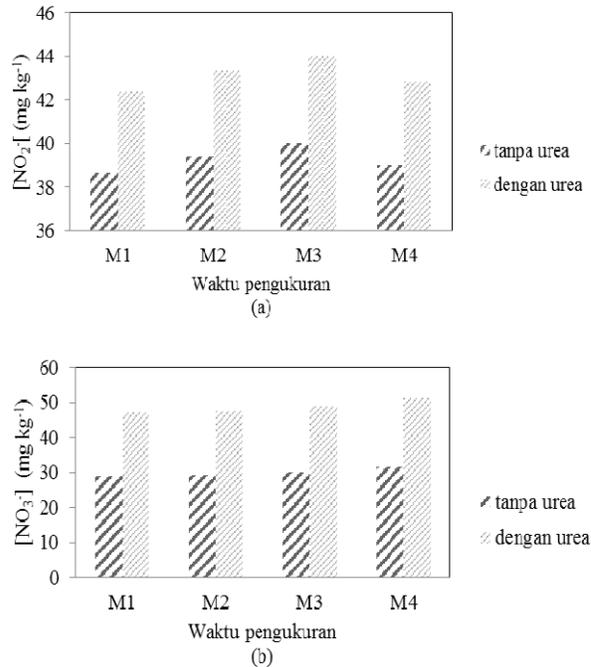


Gambar 4. Konsentrasi (a) nitrit dan (b) nitrat dalam sampel tanah pupuk kompos (M = Minggu).

oleh bakteri *nitrosomonas* kemudian nitrit teroksidasi menjadi nitrat oleh bakteri *nitrobacter* yang ada dalam tanah (Sibosiko dan Pandey, 2013). Pengaruh urea terhadap peningkatan konsentrasi nitrit dan nitrat dalam sampel tanah pupuk kompos disebabkan karena kandungan nitrogen dari urea akan diubah menjadi amonium melalui siklus nitrogen dan amonium teroksidasi menjadi nitrit oleh bakteri *nitrosomonas* kemudian nitrit teroksidasi menjadi nitrat oleh bakteri *nitrobacter*.

Dari Gambar 5, diketahui konsentrasi nitrit pada sampel tanah pupuk kandang tanpa urea berkisar antara 38,7–40,0 mg.kg⁻¹ sedangkan konsentrasi nitrit pada sampel tanah pupuk kandang dengan penambahan urea adalah sebesar 42,4–44,0 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrat dalam sampel tanah pupuk kandang tanpa penambahan urea diperoleh sekitar 29,0–31,4 mg.kg⁻¹ sedangkan konsentrasi nitrat dalam sampel tanah pupuk kandang dengan penambahan urea adalah sekitar 47,2–51,3 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrit pada tanah pupuk kandang meningkat sekitar 3,75–4,00 mg.kg⁻¹ setelah penambahan urea dan nitrat meningkat sekitar 18,2–19,9 mg.kg⁻¹. Konsentrasi nitrit pada sampel tanah pupuk kandang sebelum penambahan urea sudah sangat tinggi. Menurut Sholikah dkk. (2013), pupuk kandang mengandung banyak protein yang berasal dari makanan yang dimakan oleh hewan.

Pada proses pembuatan pupuk kandang, protein yang terkandung pada kotoran hewan mengalami perombakan menjadi asam amino yang kemudian menjadi gas amonia yang mengakibatkan aroma busuk. Gas amonia ini akan bereaksi dengan



Gambar 5. Konsentrasi (a) nitrit dan (b) nitrat dalam sampel tanah pupuk kandang (M = Minggu).

air dan berubah menjadi amonium yang mudah teroksidasi menjadi nitrit oleh bakteri *nitrosomonas* dan nitrit teroksidasi menjadi nitrat oleh *nitrobacter*.

KESIMPULAN

Urea dapat meningkatkan kadar nitrit dan nitrat dalam tanah. Perubahan urea menjadi nitrit dan nitrat efektif terjadi pada minggu ke-4. Penggunaan urea sebagai sumber nitrogen bisa dilakukan dengan memperhatikan kondisi sampel tanah. Seperti telah diketahui secara luas bahwa bakteri *nitrosomonas* dan *nitrobacter* yang terkandung dalam tanah dapat mengkonversi urea menjadi ion nitrit dan nitrat yang siap diserap tanaman. Tanah pupuk kandang memiliki konsentrasi nitrit dan nitrat yang paling tinggi baik sebelum penambahan urea maupun sesudah penambahan urea.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 416 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta.
- Aak, 1993. *Teknik Bercocok Tanam Jagung*. Kanisius, Yogyakarta.
- Bernhard, A., 2010. The Nitrogen Cycle : Processes, Players and Human Impact. *Nature Education Knowledge*, 2(2):12.
- Crawford, N. M., 1995. Nitrate: Nutrient and Signal for Plant Growth. *The Plant Cell.*, 7:859-868.
- Erkekoglu, P., Sipahi H., dan Baydar T., 2009. Evaluation of Nitrite In Ready-Made Soups. *Food Anal. Methods*, 2:61-65
- Fan, J., Hao, M. dan Malhi, S.S., 2010. Accumulation of Nitrate-N in The Soil Profile and Its Implications for The Environment Under Dryland Agriculture in Northern China. *Can. J. Soil Sci.*, 90(3):429-440.
- Gadkari, D., 1990. Nitrification in The Presence of Soil Particles, Sand, Alginate Beads and Agar Strands. *Soil Biol. Biochem.*, 22, 17-21.
- Manahan, S.E., 2005. *Environmental Chemistry (8th Edition)*. CRC Press LLC, Florida.
- Rustadi, 2009. Eutrofikasi Nitrogen dan Fosfor Serta Pengendaliannya dengan Perikanan di Waduk Sermo. *J. Manusia dan Lingkungan*, 16(3):176-186.
- Sholikhah, M.H., Suyono, dan Wikandari P.R., 2013. Efektivitas Kandungan Unsur Hara N Pada Pupuk Kandang Hasil Fermentasi Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Terung (*Solanum Melongena L.*). *Journal of Chemistry.*, 2(1):131.
- Sibosiko, C. dan Pandey G.N., 2013. Evaluation of Nitrate and Nitrite Quantities Releasing From The Left Tea Leaves at Kitabi Industry by Compost Method. *Life Sci. J.*, 10(4):2349-2353.
- Wahyudi, 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Wantasen, S., Sudarmaji, Sugiharto, E., dan Suprayogi, S., 2012. Dampak Transformasi Nitrogen Terhadap Lingkungan Biotik di Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. *J. Manusia dan Lingkungan*, 19(2):143-149.