

PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT DAN PUPUK NPK TERHADAP SERAPAN NITROGEN, PERTUMBUHAN TANAMAN PADI DI LAHAN SAWAH

The Effect of Application of Humic Acid and NPK Fertilizer on Nitrogen Uptake and Growth of Rice Plant in Rice Field

Yulia Nuraini*, Annisauz Zahro

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

*Penulis korespondensi: ynuraini@ub.ac.id

Abstract

The decline in lowland rice production can be caused by nitrogen nutrient loss through volatilization. The application of humic acid and NPK fertilizer can be a solution. This study aimed to determine the effect of humic acid and NPK fertilizer on nitrogen uptake by rice plant, rice plant growth, and nitrogen residues in paddy soils. This study used a randomized block design with 8 treatments and 3 replications. The NPK fertilizer used for this study was Phonska NPK 15-15-15. The treatments included K (control), A (5 kg humic acid ha⁻¹), P (240 kg Phonska ha⁻¹), A1 (1 kg humic acid ha⁻¹ + 240 kg Phonska ha⁻¹), A2 (2 kg humic acid ha⁻¹ + 240 kg Phonska ha⁻¹), A3 (3 kg humic acid ha⁻¹ + 240 kg Phonska ha⁻¹), A4 (4 kg humic acid ha⁻¹ + 240 kg Phonska ha⁻¹), and A5 (5 kg humic acid ha⁻¹ + 240 kg Phonska ha⁻¹). The parameters observed were nitrogen uptake in rice plant, rice plant growth, and nutrient residues in the soil. The results showed that humic acid and Phonska 15-15-15 fertilizer significantly affected N nutrient uptake, the highest effect was found in the A3 treatment which was 1.03 g plant⁻¹ in 4 weeks after planting (WAP) and 1.77 g plant⁻¹ in 6 WAP. Humic acid and Phonska 15-15-15 NPK fertilizer yielded the highest plant height at 4 WAP and 6 WAP for the A3 treatment. The number of tillers at the age of 4 WAP gave the highest results, namely in the treatments of A3 and A4 as many as 3.33 tillers. At the age of 6 WAP the treatment that gave the highest results was the A3 treatment with 8 tillers. The A3 treatment significantly affected the soil nitrogen, soil pH, and soil organic-C with the values of 0.23%, 6.69, and 3.10%, respectively.

Keywords: *humic acid, NPK Phonska 15-15-15 fertilizer, rice*

Pendahuluan

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia. Di Jawa Timur produktivitas padi sawah sebesar 5,8 t ha⁻¹ pada tahun 2017, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 5,7 t ha⁻¹ (BPS, 2018). Produksi padi sawah di Jawa Timur pada tahun 2017 sebesar 12 juta ton, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 10 juta ton (BPS, 2019). Keberhasilan produksi pertanian tersebut tergantung pada kemampuan mengelola sumber daya lahan secara optimal dan berkesinambungan. Menurunnya produksi padi sawah tersebut dapat disebabkan oleh beberapa

hal yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya lahan yang kurang optimal. Demi tercapainya produksi pertanian yang optimal maka kesuburan tanah perlu dipelihara dengan baik.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi dan menyebabkan rendahnya kesuburan tanah adalah permasalahan kehilangan unsur hara pada tanah terutama pada unsur hara nitrogen. Adanya permasalahan pada tanah sawah berupa hilangnya unsur hara nitrogen maka dilakukan upaya untuk mengatasi permasalahan yaitu dengan pemberian asam humat. Asam humat atau humus merupakan senyawa yang berwarna

gelap (coklat kehitaman) dan bertekstur gembur yang berasal dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan serta telah mengalami perombakan oleh organisme yang ada di dalam lapisan tanah (Pettit, 2018). Asam humat ini dapat memperbaiki perkembangan akar dan serapan unsur hara, sehingga meningkatkan jumlah anakan, tinggi tanaman, jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif (Suwardi *et al.*, 2009; Ruhaimah *et al.*, 2009). Secara biologis, asam humat berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme, dan meningkatkan pertumbuhan akar. Secara kimia, asam humat mampu menyerap dan mengikat kompleks unsur-unsur nutrisi tanaman. Secara nutrisi, asam humat menyediakan nitrogen, fosfor, dan sulfur bagi tanaman dan mikroorganisme (Hadjowigeno, 1989). Fraksi humat mempunyai muatan negatif yang berasal dari disosiasi ion H dari berbagai gugus fungsional, yang menyebabkan fraksi humat mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) sangat tinggi (lebih dari 200 meq 100 g⁻¹) sehingga fraksi humat dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat, menjerap dan mempertukarkan kation, sehingga dapat mencegah terjadinya kehilangan unsur hara (Suwardi dan Darmawan, 2009).

Perbaikan kesuburan tanah sawah yang umum dilakukan oleh petani adalah dengan pemberian pupuk majemuk NPK sebagai penyedia hara untuk tanaman padi. Pupuk NPK yang banyak digunakan adalah NPK Phonska 15-15-15 sebagai penyedia hara bagi tanaman padi. Pupuk NPK Phonska 15-15-15 mengandung Nitrogen (N) 15%, Fosfor (P₂O₅) 15%, Kalium (K) 15%, Sulfur (S) 10% dan kadar air maksimal 2% (Petosida Gresik, 2019). Pupuk NPK Phonska 15-15-15 dapat menggantikan penggunaan pupuk tunggal seperti Urea, SP-36 dan KCl. Berdasarkan uraian tersebut penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap serapan nitrogen dan pertumbuhan tanaman padi serta residu hara berupa nitrogen di lahan sawah.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada Januari hingga Juni 2019 di lahan sawah Desa Putukrejo, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang kemudian analisis

tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Bahan yang digunakan meliputi benih padi varietas Ciherang, asam humat "HUMIKA", pupuk NPK Phonska 15-15-15, pupuk Urea dan pupuk KCl sebagai pupuk tambahan dan sampel tanah pada lahan sawah Desa Putukrejo, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang. Karakteristik tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: pH (H₂O) = 6,10, N-total = 0,13%, P-tersedia = 3,10 ppm, C-organik = 2,02%, dan rasio C/N = 15,38. Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 8 perlakuan dan 3 kali ulangan, yakni K (kontrol tanpa asam humat dan pupuk Phonska), A (asam humat 5 kg ha⁻¹), P (pupuk Phonska 240 kg ha⁻¹), A1 (asam humat 1 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹), A2 (asam humat 2 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹), A3 (asam humat 3 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹), A4 (asam humat 4 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹), A5 (asam humat 1 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹). Parameter yang diamati meliputi serapan hara N pada 4 dan 6 MST, pertumbuhan tanaman padi berupa tinggi tanaman dan jumlah anakan pada 2, 4 dan 6 MST, serta pH, C-Organik, dan Residu N-total pada 110 HST. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) Uji-F taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diteliti. Apabila didapatkan pengaruh nyata, maka data yang diperoleh diuji kembali dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Serapan nitrogen

Salah satu indikator tercukupinya unsur hara dalam tanaman adalah serapan hara. Kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh penyerapan ion nitrat dan amonium oleh tanaman. Hal ini dimungkinkan oleh lambatnya pergerakan nitrogen khususnya dalam bentuk NH₄⁺ dalam larutan tanah (Tisdale *et al.*, 1990). Hasil analisis ragam aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dengan berbagai tingkatan dosis berpengaruh nyata pada serapan N baik pada 4 maupun 6 MST, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata serapan N tanaman padi.

Kode	N serapan (g tanaman ⁻¹)	
	4 MST	7 MST
K	0,41 a	0,57 a
A	0,54 ab	0,87 b
P	0,52 ab	0,77 b
A1	0,56 b	1,00 c
A2	0,61 bc	1,05 c
A3	1,03 e	1,77 e
A4	0,80 d	1,41 d
A5	0,71 cd	1,09 c

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Hal ini menunjukkan bahwa tanah pada perlakuan dengan aplikasi perlakuan tertinggi yakni A3 mampu menyediakan unsur hara yang paling optimal untuk pertumbuhan tanaman. Peningkatan serapan nitrogen oleh tanaman berkaitan dengan peran asam humat dalam meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen dan ketersediaan nitrogen melalui perlambatan pelepasan nitrogen menjadi nitrat (nitrifikasi) sehingga. Hermanto *et al.* (2012) menyatakan bahwa pemupukan nitrogen yang dilakukan bersamaan dengan asam humat dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah yang selanjutnya asam humat berperan untuk memperlambat lepasnya nitrogen menjadi nitrat. Persentase N dalam jaringan dan serapan N oleh adanya penggunaan bahan organik memberikan pengaruh peningkatan kadarnya dibanding perlakuan yang lainnya, namun demikian terlihat terjadinya defisiensi N yang ditunjukkan oleh gejala-gejala dan bila dilihat dari presentase N dalam jaringan < 2,5% yang dikatakan defisiensi menurut Nuryani *et al.* (2010).

Pertumbuhan tanaman

Tinggi tanaman

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan (Sitompul dan Guritno, 1995). Hasil analisis ragam aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dengan berbagai tingkatan dosis berpengaruh nyata pada tinggi tanaman

baik pada 2, 4 maupun 6 MST, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 yang memiliki hasil tertinggi berbeda nyata dibandingkan perlakuan kontrol (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata tinggi tanaman padi.

Kode	Tinggi Tanaman (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
K	19,20	27,23 ab	37,03 ab
A	19,13	26,83 a	36,20 a
P	19,13	27,00 a	36,07 a
A1	18,63	26,70 a	35,43 a
A2	19,83	28,80 abc	40,47 c
A3	19,67	29,14 bcd	41,70 c
A4	20,93	30,90 d	39,90 bc
A5	20,60	29,50 cd	41,13 c

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Pemberian asam humat tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi pada umur 2 MST. Respon perbedaan tinggi tanaman yang baru muncul setelah tanaman padi berumur 4 MST kemungkinan karena bersamaan dengan masa vegetatif awal tanaman padi. Pemberian asam humat dapat meningkatkan N-total. Unsur N pada tanaman berfungsi untuk pertumbuhan vegetatif terutama untuk memperbesar dan mempertinggi tanaman (Krisna, 2002). Sarno dan Eliza (2011) mengungkapkan bahwa pemberian asam humat dapat meningkatkan tinggi tanaman, bobot tajuk basah dan kering secara kuadratik. Pengaruh positif pemberian asam humat telah dilaporkan oleh Shaaban *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa pemberian asam humat juga dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK melalui tanah sebesar 25%, dan juga dapat meningkatkan panjang tangkai, bobot tangkai, dan biji pada tanaman padi.

Jumlah anakan

Nitrogen selain berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, juga berperan dalam pembentukan jumlah anakan produktif. Hal ini memungkinkan dengan semakin tingginya kandungan nitrogen dan serapan N maka jumlah anakan produktif juga semakin banyak (Winarso, 2005). Hasil analisis ragam aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dengan

berbagai tingkatan dosis berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan baik pada 4 maupun 6 MST, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 yang memiliki hasil tertinggi berbeda nyata dibandingkan perlakuan kontrol (Tabel 4). Salah satu unsur hara yang meningkat pada saat pemberian asam humat adalah nitrogen. Nitrogen merupakan unsur yang cepat kelihatannya pengaruhnya terhadap tanaman. Krisna (2002) menyatakan bahwa unsur nitrogen memiliki peran penting bagi pertumbuhan tanaman khususnya pada fase vegetatif untuk meningkatkan pertumbuhan dan jumlah anakan. Selain nitrogen, asam humat juga mengandung suatu senyawa yang bersifat sebagai zat perangsang pertumbuhan tanaman, berupa senyawa organik yang dapat mendukung proses fisiologi tanaman. Gardiner dan Miller (2004) menyatakan bahwa senyawa yang memicu pertumbuhan tanaman dalam asam humat sangat banyak, seperti vitamin, asam amino, auksin, dan *Indole Acetic Acid* (IAA).

Tabel 4. Rerata jumlah anakan tanaman padi.

Kode	Jumlah Anakan (buah)	
	4 MST	6 MST
K	2,06 a	6,40 a
A	2,80 abc	6,20 a
P	2,53 abc	6,53 ab
A1	2,40 ab	6,33 a
A2	3,00 bc	7,13 abc
A3	3,33 c	8,00 c
A4	3,33 c	7,80 c
A5	2,93 abc	7,46 bc

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Residu hara

Kemasaman aktif (pH)

pH tanah merupakan salah satu sifat kimia tanah yang dapat menentukan tinggi rendahnya unsur hara dapat diserap oleh tanaman. Menurut Sembiring (2000), unsur hara pada umumnya dapat diserap akar tanaman pada pH tanah netral karena pada pH yang netral unsur hara dapat dengan mudah diserap air. Hasil analisis ragam aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dengan berbagai tingkatan dosis berpengaruh nyata terhadap pH tanah sedangkan

hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 yang memiliki hasil tertinggi berbeda nyata dibandingkan perlakuan control (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil analisis pH tanah pada 110 HST.

Kode Perlakuan	pH (H ₂ O)	C-Organik (%)	N Total (%)
K	6,10 a	1,91 a	0,05 a
A	6,68 b	2,86 b	0,09 a
P	6,44 b	2,86 b	0,09 b
A1	6,55 b	2,94 b	0,10 bc
A2	6,47 b	2,94 b	0,12 c
A3	6,69 b	3,10 b	0,23 f
A4	6,53 b	2,97 b	0,18 e
A5	6,51 b	2,95 b	0,14 d

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Peningkatan pH tanah dari analisis dasar tanah awal dapat disebabkan oleh penambahan asam humat dapat mempengaruhi kondisi pH tanah yang mana asam humat merupakan senyawa yang memiliki muatan negatif sehingga asam humat dapat memiliki Kapasitas Tukar Kation yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Suwardi dan Darmawan (2009) yang menyatakan bahwa dengan adanya Kapasitas Tukar Kation tinggi yang dimiliki asam humat maka asam humat dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat, menjerap, dan mempertukarkan kation. Selain itu, sesuai dengan keterangan Firmansyah dan Sumarni (2013), yang menyatakan bahwa adanya penambahan asam humat dapat berpengaruh pada peningkatan pH tanah pada beberapa perlakuan, proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik maupun asam anorganik, sehingga menimbulkan suasana asam pada tanah. Adanya penambahan pupuk Phonska juga dapat mempengaruhi kondisi pH tanah. Pupuk Phonska yang salah satu kandungannya adalah unsur nitrogen yang diserap tanaman dalam bentuk nitrat dapat mengalami proses nitrifikasi yang dapat mempengaruhi kondisi pH tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Firmansyah dan Sumarni (2013), yang menyatakan bahwa kandungan nitrogen dalam pupuk yang memiliki bentuk amonia atau dalam bentuk lainnya dapat

berubah menjadi nitrat yang berakibat pada perubahan pH tanah. Nitrifikasi berakibat dalam produksi ion-ion hidrogen dan berpotensi meningkatkan kemasaman tanah.

C-organik

Hasil analisis ragam aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dengan berbagai tingkatan dosis berpengaruh nyata terhadap C-Organik tanah sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 yang memiliki hasil tertinggi berbeda nyata dibandingkan perlakuan control (Tabel 5). Adanya aplikasi bahan organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah, karena karbon merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme tanah sehingga keberadaan C-organik didalam tanah akan memacu mikroorganisme yang mempercepat proses dekomposisi dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme misalnya pelarutan P dan fiksasi N. Meskipun perlakuan A3 (Asam Humat 3 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹) merupakan perlakuan yang memberikan hasil tertinggi, akan tetapi masih termasuk dalam kriteria sedang. Hal ini dapat karena dosis asam humat yang diberikan untuk penambahan bahan organik dalam tanah belum dapat mencukupi kebutuhan bahan organik tanah. Seiring dengan pendapat Njurumana *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa kandungan C-organik yang rendah merupakan indikator rendahnya jumlah bahan organik tanah yang tersedia dalam tanah. Jamilah (2003) menyatakan bahwa kandungan C-organik tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2% untuk memertahankan kesuburan tanah. Menurut Tan (1993), nilai C-organik yang bertambah tinggi karena asam humat ini merupakan fraksi terhumifikasi dari humus dengan kadar karbon 41-57% sehingga asam humat mengandung C yang tinggi. Selain memasok C-organik, asam humat yang merupakan fraksi terhumifikasi dari humus juga merupakan sumber nitrogen.

N-total

Hasil analisis ragam aplikasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dengan berbagai tingkatan dosis berpengaruh nyata terhadap N-Total tanah sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 yang memiliki hasil tertinggi berbeda nyata dibandingkan perlakuan control (Tabel 5). Adanya nitrogen tanah yang

tertinggal dengan jumlah yang meningkat jika dibandingkan dengan analisis awal dapat disebabkan oleh adanya bahan organik yang memberikan tambahan unsur hara kedalam tanah. Hal ini mengidentifikasi bahwa telah terjadi pelepasan hara dari proses dekomposisi bahan organik ke dalam tanah sebagai stimulan bertambahnya nitrogen dalam tanah. Izzudin (2012) menyatakan bahwa perubahan N total tanah adalah akibat proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme tanah yang melepaskan nitrogen ke dalam tanah sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Asam humat yang diaplikasikan pada perlakuan juga memiliki kandungan N total yang sangat tinggi yaitu sebesar 2,40% sehingga dapat meningkatkan N total tanah. Asam humat memiliki kemampuan sebagai ligan yang dapat mengikat nitrogen membentuk kompleks yang dapat menyimpan sementara unsur hara dalam tanah dan melepaskannya ketika tanaman membutuhkan. Hermanto *et al.* (2012) melaporkan bahwa asam humat dapat menghambat aktivitas *urease* yang dapat mengurangi pelepasan nitrogen melalui penguapan sehingga ketersediaan nitrogen dalam tanah meningkat.

Dari keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹) merupakan perlakuan yang memberikan hasil tertinggi pada setiap parameter perlakuan. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin tinggi dosis asam humat yang diberikan belum tentu hasil yang didapatkan juga semakin meningkat. Hal ini diduga dapat disebabkan oleh kandungan asam humat yang memiliki unsur Fe yang tinggi yaitu 3247,20 ppm. Menurut Noor dan Khairuddin (2013), batas kritis konsentrasi Fe dalam larutan tanah yang menyebabkan keracunan besi adalah sekitar 100 ppm pada pH 3,7 dan 300 ppm atau lebih tinggi pada pH 5,0. Dapat diduga karena adanya keracunan Fe pada padi akan menyebabkan terjadinya perubahan baik karakter morfologi maupun fisiologi tanaman padi. Noor dan Khairuddin (2013) juga menyatakan bahwa keracunan pada tahap vegetatif menyebabkan menurunnya tinggi dan berat kering tanaman, berkurangnya anakan, serta berkurangnya klorofil tanaman. Berkurangnya berat kering tanaman juga dapat mempengaruhi serapan nitrogen pada tanaman padi.

Kesimpulan

Perlakuan pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dapat meningkatkan serapan nitrogen pada tanaman padi pada umur 4 MST dan 7 MST, pertumbuhan vegetatif tanaman, residu nitrogen dalam tanah, pH tanah, dan C-organik tanah. Perlakuan A3 (Asam Humat 3 kg ha⁻¹ + Phonska 240 kg ha⁻¹) menghasilkan serapan N tertinggi pada umur 4 MST dan 7 MST yaitu 1,03 g tanaman⁻¹ dan 1,77 g tanaman⁻¹, tanaman padi tertinggi yaitu 41,70 cm, jumlah anakan tertinggi yaitu 8 anakan, dan meningkatkan residu nitrogen (0,23%) dalam tanah, pH, dan C-organik tanah tertinggi. nitrogen.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2019. Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2018. BPS Provinsi Jawa Timur.
- Firmansyah, I. dan Sumarni, N. 2013. Pengaruh dosis pupuk N dan varietas terhadap pH tanah, N-total tanah, serapan N, dan hasil umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah Entisol-Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Hortikultura* 23(4): 358-364.
- Gardiner, D.T. and Miller, R.W. 2004. *Soil in Our Environment*. Tenth Edition. Pearson Education, Inc., Uppersaddle. New Jersey.
- Hardjowigeno S. 1989. *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Prakasa. Jakarta.
- Hermanto, D., Dharmayani, N.K.T., Kurnianingsih, R. dan Kamali, S.R. 2012. Pengaruh asam humat sebagai pelengkap pupuk terhadap ketersediaan dan pengambilan nutrisi pada tanaman jagung di lahan kering Kec. Bayan-NTB. *Jurnal Ilmu Pertanian* 16(2): 28 - 41
- Izzudin. 2012. Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Biologi Tanah Pasca Kegiatan Perambahan di Areal Hutan Pinus Reboisasi Kabupaten Humbang Hasunduta Provinsi Sumatera Utara. Universitas Sumatera Utara.
- Jamilah. 2003. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kelengasan terhadap Perubahan Bahan Organik dan Nitrogen Total Entisol. <http://library.usu.ac.id/download/sp/tanah-jamilah> [diakses 18 Juli 2019 pukul 22.54]
- Krisna, K.R. 2002. *Soil Fertility and Crop Production*. Science Publisher.
- Njurumana, G.N.D., Hidayatullah, M. dan Butarbutar, T. 2008. Kondisi tanah pada sistem kaliwu dan mamar di Timor dan Sumba. *Jurnal Info Hutan* 5(1): 46-51.
- Noor, A. dan Khairuddin. 2013. Keracunan Besi pada Padi: Aspek Ekologi dan Fisiologi-Agronomi. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*. 305-318.
- Nuryani, S., Mukhsin, H. dan Widya, N. 2010. Serapan Hara NPK pada Tanaman Padi dengan Berbagai Penggunaan Pupuk Organik pada Vertisol. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 1-13 hal.
- Petrosida Gresik, 2019. Pupuk NPK Phonska Plus. <http://petrosidagresik.com/id/bisnis/pupuk/pupuk-npk-phonska-plus>. Diakses pada tanggal 16 Juni 2019
- Pettit. R.E. 2018. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic acid and Humic: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. https://humates.com/pdf/ORGANIC_MATTERPettit.pdf. Diakses 12 Desember 2018.
- Ruhaimah, A. dan Harianti, M. 2009. Efek sisa asam humat dari kompos jerami padi dan pengelolaan air dalam mengurangi keracunan besi (Fe²⁺) tanah sawah bukaan baru terhadap produksi padi. *Jurnal Solum* 6(1): 1-13.
- Sarno dan Eliza, F. 2011. Pengaruh pemberian asam humat dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan serapan N pada tanaman bayam. *Prosiding SNSMAIP III*: 289-293
- Sembiring, S. 2000. Sifat kimia dan fisika tanah pada areal bekas tambang bauksit di Pulau Bintan, Riau. *Info hutan* 5(2): 123-134.
- Shaaban, S.H.A., Manal, F.M. and Afifi, M.H.M. 2010. Humic acid foliar application to minimize soil applied fertilization on surface-irrigated wheat. *World Journal of Agricultural Science* 5(2): 207-210.
- Sitompul, S.M. dan Guritno, B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suwardi dan Darmawan. 2009. Peningkatan efisiensi pupuk nitrogen melalui rekayasa kelat Urea-Zeolit-Asam Humat. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*.
- Suwardi, E.M., Dewi, B. dan Hermawan, A. 2009. Aplikasi zeolit sebagai karier asam humat untuk peningkatan produksi tanaman pangan. *Jurnal Zeolit Indonesia* 5(1): 102-110.
- Tan, K.H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L. dan Braton, J.D. 1990. *Soil Fertility dan Fertilizer*. 4th Edition Macmillan Pub. Co. New York.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah, Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta.