



AGRILAND

Jurnal Ilmu Pertanian

Journal homepage: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriland>

Penggunaan asam humat sebagai pelapis urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Humic acid application as urea coating on growth and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Stephanus Radite¹, Bistok Hasiholan Simanjuntak^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia. Email: raditeradit96@gmail.com

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia. Email: bhasiholans@yahoo.com

*Corresponding Author, Email: bhasiholans@yahoo.com

ABSTRAK

Urea adalah pupuk dengan tingkat efisiensi rendah, karena mudah menguat dan tercuci, sehingga dibutuhkan pelapisan untuk meningkatkan efisiensi urea. Salah satunya adalah dengan menggunakan asam humat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan menentukan dosis terbaik perbandingan asam humat dan urea terhadap pertumbuhan dan hasil pakcoy. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kartini Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga dari Juli sampai September 2019. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial empat ulangan dengan kombinasi dosis asam humat dengan urea. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 800 mL asam humat/200 kg urea/ha memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy.

Kata Kunci: Pakcoy, asam humat, urea

ABSTRACT

Urea is a fertilizer with a low level of efficiency, because it is easily strengthened and washed, so coating is needed to increase the efficiency of urea. One way is to use humic acid. This study aims to determine the effect and determine the best dose of the ratio of humic acid and urea on the growth and yield of pakcoy. The study was conducted at the Kartini Experimental Garden Faculty of Agriculture and Business Satya Wacana Christian University Salatiga from July to September 2019. The study used a non-factorial randomized block design of four replications with a combination of humic acid doses with urea. The results showed that the 800 mL humic acid/200 kg urea/ha treatment gave the best results on the growth of pakcoy.

Keywords: Pakcoy, humic acid, urea

Pendahuluan

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah tanaman sayur familia Brassicaceae banyak mengandung vitamin seperti kalori, protein, lemak, karbohidrat, serat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C (Sembiring, 2018). Menurut USDA (2020), untuk 70 g pakcoy mengandung 9 kalori, 1.05 g protein, 1.53 g karbohidrat, 0.7 g serat diet, 0 g kolesterol, 0.067 g polyunsaturated fat, 74 mg kalsium, 0.56 mg besi, 13 mg magnesium, 26 mg phosphorus, 176 mg kalium, 46 mg natrium, 0.13 mg zinc, 31.5 mg vitamin C,

46 micrograms (mcg) folat, 156 mcg vitamin A, dan 31.9 mcg vitamin K.

Produktivitas tanaman kelompok sawi di Indonesia pada tahun 2018 untuk per hektar baru mencapai 10.42 ton/ha (BPS, 2018). Berdasarkan deskripsi varietas, potensi hasil tanaman pakcoy varietas green per hektar bisa mencapai ± 30 ton/ha (Kementrian Pertanian, 2006). Dilihat dari potensi hasil tanaman pakcoy, maka produktivitas tanaman pakcoy di Indonesia masih bisa ditingkatkan. Peningkatan produktivitas tanaman dapat dilakukan melalui sistem budidaya yang baik dan

benar. Salah satunya yaitu pemupukan yang bertujuan untuk menjaga ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Ketersediaan unsur hara di dalam tanah berperan penting dalam mendukung produktivitas tanaman. Kekurangan unsur hara dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanaman.

Salah satu jenis pupuk yang sering digunakan dalam peningkatan produksi tanaman adalah Urea. Urea merupakan pupuk tunggal dengan kandungan nitrogen sebesar 45-46%. Urea bersifat hidroskopis, mudah larut, dan cepat tersedia bagi tanaman (Ramadhani, dkk., 2016). Menurut Pratomo *et al.* (2009), permasalahan penggunaan pupuk urea di lapang yaitu ketidakefisienan pemupukan karena kehilangan nitrogen dari pupuk urea melalui proses pencucian dan penguapan ke udara. Oleh karena itu pupuk urea yang diberikan ke dalam tanah tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman.

Penggunaan asam humat sebagai pelapis atau coating Urea merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan Urea. Asam humat merupakan senyawa organik yang telah mengalami proses humifikasi dan larut dalam alkali. Asam humat dapat berpengaruh secara langsung dan tidak langsung terhadap tanaman, dan secara tidak langsung asam humat akan memperbaiki kesuburan tanah baik dalam sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah (Tan, 1991). Asam humat memiliki struktur molekul kompleks dengan berat molekul tinggi (makromolekul atau polimer organik dari senyawa organik alifatik dan aromatic), memiliki gugus aktif seperti asam karboksilat dan quinoid. Berdasarkan dari struktur dan kandungannya maka asam humat memiliki kemampuan mempengaruhi karakteristik kimia, fisika dan biologi tanah dan sebagai pelapis pupuk anorganik.

Berdasarkan sumbernya asam humat dapat berasal dari Leonardite, gambut hitam, gambut, batubara coklat, kotoran hewan, kompost, tanah, lumpur, batu bara keras (Suwahyono, 2011). Asam humat memiliki kemampuan kapasitas tukar kation (KTK) tinggi sehingga mampu menjerap atau mengikat unsur hara tanah dan akhirnya akan meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk tanaman

(Istiqomah *et al.*, 2017). Secara langsung, asam humat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah (Karti dan Setiadi, 2011). Penambahan asam humat yang memiliki KTK tinggi sebagai pelapis pupuk urea dapat menyebabkan proses pelepasan unsur hara nitrogen menjadi lambat atau slow release fertilizer (Ismillayli *et al.*, 2019). Alimin *et al.* (2005) menyatakan asam humat merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti $-COOH$, $-OH$ fenolat maupun $-OH$ alkoholat sehingga asam humat memiliki peluang untuk membentuk kompleks dengan ion logam karena gugus ini dapat mengalami deprotonasi pada pH yang relatif tinggi. Kemampuan asam humat membentuk kompleks jerapan ion logam diharapkan juga dapat membentuk kompleks jerapan dengan ion dari pupuk nitrogen, sehingga pola pelepasan dari slow release fertilizer urea menjadi lebih stabil. Asam humat mampu membentuk kompleks jerapan dengan ion ammonium, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembentuk pupuk slow release fertilizer dengan cara dilapiskan pada urea. Berdasarkan dari proses tersebut maka proses pelepasan nitrogen pada pupuk urea yang berjalan lambat sehingga ketersediaan unsur hara nitrogen di dalam tanah tetap terjaga. Menurut Trenkel (2010), penggunaan pupuk *slow release* dapat mengurangi kehilangan hara dan meningkatkan efisiensi penggunaan hara oleh tanaman, mengurangi 20-30% kehilangan hara pada aplikasi pemupukan konvensional serta dapat mengurangi resiko keracunan pada tanaman.

Terdapat permasalahan dalam aplikasi asam humat sebagai pelapis urea yaitu besarnya konsentrasi yang tepat untuk perbandingan antara jumlah asam humat dengan urea untuk penggunaan per hektarnya. Penggunaan konsentrasi asam humat yang berlebihan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Lestari, 2006), serta mempengaruhi serapan hara dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah bagi tanaman (Tahir *et al.*, 2011) dan sebaliknya penggunaan asam humat konsentrasi rendah tidak akan memberikan pengaruh positif terhadap ketersediaan hara, pertumbuhan dan hasil tanaman. Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk mempelajari

dan mendapatkan konsentrasi terbaik asam humat sebagai pelapis urea pada penggunaan per hektarnya yang mampu memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca, Kebun Percobaan Kartini Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Jawa Tengah dari Juli sampai September 2019. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok non factorial empat ulangan dengan 6 perlakuan, yaitu: AH0: 0 mL asam humat/200 kg urea/ha, AH1: 400 mL asam humat/200 kg urea/ha, AH2: 800 mL asam humat/200 kg urea/ha, AH3: 1200 mL asam humat/200 kg urea/ha, AH4: 1800 mL asam humat/200 kg urea/ha (AH4), dan AH5: 2000 mL asam humat/200 kg urea/ha.

Aplikasi asam humat dengan urea dilakukan dengan cara mencampur rata asam humat dan pupuk urea sesuai dengan perlakuan, kemudian diaplikasikan pada tanaman. Asam humat yang digunakan merupakan asam humat Leonardite dalam bentuk cair.

Penanaman sawi pakcoy dilakukan pada pot berukuran 16 cm x 15 cm. Air siraman per pot tanaman diberikan sebanyak 300 mL/pot sesuai dengan kondisi kapasitas lapang tanah penelitian.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah daun pada saat tanaman berumur 1-40 Hari Setelah Tanaman (HST). Setelah panen dilakukan pengamatan luas daun dan bobot segar tajuk tanaman serta pengamatan sifat kimia tanah, yaitu N-total, N-tersedia dan KTK yang dilakukan pada 40 HST.

Analisis data menggunakan Analisis Sidik Ragam atau ANOVA (uji F) dengan selang kepercayaan 95% kemudian dilanjutkan analisis Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan selang kepercayaan 95% untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel pengamatan.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik asam humat leonardit

Asam humat leonardite adalah asam humat dalam bentuk bahan organik teroksidasi tinggi, secara teknis dikenal dalam kisaran arang rendah antara gambut dan *sub-bituminous coal*. Tan (2003) menyatakan bahwa bahan humat yang terdapat dalam lignite atau leonardite dan bermacam-macam tipe batubara disebut dengan bahan humat geologi.

Asam humat leonardit mengandung humat dan fulvat berkisar 40%-85% (Suwahyono, 2011). Asam humat leonardit mempunyai bagian struktur kimia yang mengalami oksidasi dan ikatan yang terputus dapat mengkreasi tempat untuk molekul dapat diserap (*absorbed*) sehingga menyebabkan asam humat leonardit mempunyai kemampuan kapasitas tukar kation (KTK) tinggi. Nilai KTK asam humat leonardit lebih besar dari liat. Oleh Physical and Chemical Properties of International Humic Substances Society (IHSS) menyatakan standard asam humat leonardite untuk dapat dipakai sebagai ameliorasi tanah harus memiliki nilai CEC minimal 95.51 cmol⁽⁺⁾/kg (Pertuit *et al.*, 2001).

Asam humat leonardite yang digunakan untuk penelitian ini diproduksi oleh Matador Gro-Maxx dengan kandungan N sebesar 0.5%; P₂O₅ sebesar 0.7%; K₂O sebesar 2.5%; Ca sebesar 0.1%; Mg sebesar 0.02%; Zn sebesar 14 ppm; B sebesar 16 ppm; Bahan Organik sebesar 20.82%. (Matador Gro-Maxx).

Karakteristik tanah penelitian

Tanah yang digunakan untuk penelitian adalah tanah Latosol, dengan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) sebesar 16.78 cmol⁽⁺⁾/kg, pH H₂O tanah sebesar 6.32; N-total sebesar 0.0154%, N-tersedia sebesar 0.11 ppm NH₄⁺, P-tersedia sebesar 161.83 ppm, dan K-tersedia sebesar 2.62 ppm.

Pengaruh konsentrasi asam humat sebagai pelapis urea terhadap karakteristik tanah

Pengambilan sampel tanah dan analisis tanah dilakukan pada saat akhir penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh asam humat sebagai pelapis urea terhadap KTK, N-total dan N-tersedia (Tabel 1).

Tabel 1. Kapasitas Tukar Kation (KTK), N-total, dan N-tersedia tanah setelah aplikasi pelapisan asam humat pada pupuk urea

Perlakuan	KTK (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	N-total (N - ppm)	N-tersedia (NH ₄ ⁺ - ppm)
0 ml Asam Humat /200 kg Urea/ha	17.54d	80.86d	0.031b
400 ml Asam Humat /200 kg Urea/ha	32.29c	197.92c	0.071a
800 ml Asam Humat /200 kg Urea/ha	38.76b	237.77bc	0.085a
1200 ml Asam Humat /200 kg Urea/ha	39.71b	240.09bc	0.070a
1800 ml Asam Humat /200 kg Urea/ha	41.02ab	317.15ab	0.071a
2000 ml Asam Humat /200 kg Urea/ha	42.49a	417.71a	0.060a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda signifikan menurut uji BNJ pada taraf 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan asam humat sebagai pelapis urea berpengaruh nyata terhadap KTK, N-total, dan N-tersedia tanah setelah perlakuan. Penambahan 2000 mL asam humat/200 kg urea/ha mampu meningkatkan KTK tanah sebesar 142.25% dibandingkan dengan perlakuan 200 kg urea/ha tanpa pelapisan asam humat.

Tabel 1 menunjukkan pula bahwa semakin tinggi dosis asam humat yang diaplikasikan maka akan semakin tinggi peningkatan nilai KTK tanah. Menurut Hermanto *et al.* (2013), asam humat memiliki KTK yang tinggi sehingga mampu meningkatkan KTK tanah. Demikian pula menurut Mindari *et al.* (2014), pemupukan tanaman dengan asam humat dapat meningkatkan KTK tanah, sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menjerap unsur hara di dalam tanah. Asam humat dari batubara muda seperti leonardit mengandung gugus fungsional -COOH, -OH dan -NH, di mana ketiganya memiliki muatan ion negatif (anion) tinggi sehingga mampu mengikat ion positif (kation). Oleh karena itu pemberian asam humat dapat meningkatkan KTK tanah (Rahmayanti *et al.*, 2019).

Penggunaan asam humat sebagai pelapis urea juga berpengaruh nyata terhadap N-total tanah (Tabel 1). N-total tanah tertinggi dijumpai pada perlakuan 2000 mL asam humat/200 kg urea/ha yang mampu meningkatkan N-total tanah sebesar 416.58% dibandingkan dengan perlakuan 200 kg urea/ha tanpa pelapisan asam humat.

Peningkatan kandungan N-total tanah didukung oleh peningkatan KTK tanah (Tabel 1) yang menyebabkan penjerapan unsur hara oleh tanah juga semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan N dari pupuk urea yang terjerap tanah juga

semakin tinggi. Menurut Istiqomah *et al.* (2017), asam humat memiliki kemampuan untuk menjerap unsur hara sehingga menjaga ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Pencampuran asam humat sebagai pelapis urea dapat menyebabkan proses pelepasan unsur hara nitrogen menjadi lambat atau *slow release fertilizer* (Ismillayli *et al.*, 2019). Pelapisan asam humat pada urea dapat mengoptimalkan pemupukan N dan mengurangi pencucian N, sehingga meningkatkan hasil tanaman (Shui-Qin *et al.*, 2019).

Tabel 1 menunjukkan pula bahwa penggunaan asam humat pada pupuk urea berpengaruh nyata terhadap N-tersedia (NH₄⁺). Pemberian asam humat sebagai pelapis urea sebanyak 400 mL asam humat/200 kg urea/ha, 800 mL asam humat/200 kg urea/ha, 1200 mL asam humat/200 kg urea/ha, 1800 mL asam humat/200 kg urea/ha, dan 2000 mL asam humat/200 kg urea/ha mampu meningkatkan NH₄⁺ dibandingkan dengan perlakuan 200 kg urea/ha tanpa pemberian asam humat. Masing-masing perlakuan mampu meningkatkan N-tersedia berturut-turut sebesar 129.03%, 174.19%, 125.81%, 129.03%, dan 93.55%. Pencampuran asam humat sebagai pelapis urea dapat membentuk urea bersifat *slow release fertilizer* (Ismillayli *et al.*, 2019). Pupuk dalam bentuk *slow release fertilizer* dapat mengendalikan pelepasan unsur nitrogen sesuai dengan waktu dan jumlah yang dibutuhkan tanaman, serta mempertahankan keberadaan nitrogen tersedia dalam tanah (Ganda *et al.*, 2009).

Asam humat dapat berperan dalam penyediaan unsur hara di dalam tanah. Dimana unsur hara yang ada di dalam tanah akan diubah dalam bentuk tersedia bagi tanaman. Menurut Khaled and Fawy (2011) asam humat dapat mengubah unsur

hara yang tidak tersedia di dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman, sehingga dapat diserap oleh tanaman.

Pengaruh konsentrasi asam humat sebagai pelapis urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy

Pemberian asam humat sebagai pelapis urea dapat memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy. Hal ini dapat dilihat dari parameter pertumbuhan yaitu jumlah daun dan luas daun, serta parameter hasil yaitu bobot segar tanaman pakcoy. Pelapisan asam humat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk urea karena membantu menjaga ketersediaan unsur hara di dalam

tanah terutama unsur hara nitrogen. Dimana pupuk urea yang dilapisi oleh asam humat akan mengalami perlambatan pelepasan nitrogen sehingga tanaman dapat memperoleh kesempatan untuk menyerap nitrogen lebih banyak (Hermanto, dkk., 2013). Asam humat dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, dan K di dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Suwahyono, 2011). Selain itu asam humat juga dapat meningkatkan penyerapan unsur hara N, P, dan K oleh tanaman, sehingga dapat meningkatkan hasil tanaman (Selladurai dan Purakayastha, 2015).

Tabel 2. Pengaruh pemberian asam humat terhadap rata-rata jumlah daun, luas daun, dan bobot segar tajuk tanaman pakcoy

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ²)	Bobot segar tajuk (g/tanaman)
0 ml Asam Humat /200 kg Urea/Ha	19.13d	1609.24b	144.74d
400 ml Asam Humat /200 kg Urea/Ha	23.13ab	1959.17ab	187.12ab
800 ml Asam Humat /200 kg Urea/Ha	24.50a	2281.35a	214.23a
1200 ml Asam Humat /200 kg Urea/Ha	22.50bc	1907.56b	176.83bc
1800 ml Asam Humat /200 kg Urea/Ha	20.63cd	1782.09b	161.94bcd
2000 ml Asam Humat /200 kg Urea/Ha	20.00d	1661.90b	147.74cd

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda signifikan menurut uji BNJ pada taraf 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian asam humat untuk pelapisan urea berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, luas daun, dan bobot segar tajuk tanaman pakcoy. Penggunaan asam humat sebanyak 800 mL/200 kg urea/ha mampu meningkatkan jumlah daun sebesar 28.07% dibandingkan dengan tanpa penggunaan asam humat untuk pelapisan urea (0 mL asam humat/200 kg urea/ha).

Pada perlakuan asam humat 800 mL/200 kg urea/ha memiliki jumlah daun tertinggi, namun perlakuan ini berbeda tidak nyata dengan perlakuan asam humat 400 mL/200 kg urea/ha. Peningkatan jumlah daun tanaman pakcoy dengan semakin meningkatnya konsentrasi asam humat yang diberikan disebabkan asam humat mampu meningkatkan ketersediaan N (Tabel 1). Menurut Nainggolan *et al.* (2009), N berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Unsur N akan diserap tanaman dalam bentuk ammonium (NH₄⁺) dan Nitrat (NO₃⁻).

Tabel 2 menunjukkan pula bahwa pemberian asam humat 800 mL/200 kg urea/ha mampu meningkatkan luas daun

tanaman pakcoy sebesar 41.77% dibandingkan dengan tanpa pemberian asam humat (0 mL asam humat/200 kg urea/ha). Hal ini disebabkan jumlah daun tanaman pakcoy lebih banyak dengan pemberian asam humat 800 mL/200 kg urea/ha (Tabel 2) dan juga N-tersedianya lebih tinggi (Tabel 1) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga luas daunnya juga menjadi lebih luas. Menurut Erawan *et al.* (2013), peningkatan luas daun tanaman pakcoy terjadi karena terpenuhinya kebutuhan unsur hara N. Kebutuhan N dapat terpenuhi dari pupuk urea yang diaplikasikan dengan pelapisan asam humat yang membuat unsur hara N tidak langsung hilang tercuci atau menguap.

Pemberian asam humat untuk pelapisan urea juga berpengaruh nyata terhadap bobot segar tajuk tanaman pakcoy (Tabel 2). Pemberian asam humat 800 mL/200 kg urea/ha mampu meningkatkan bobot segar tajuk tanaman pakcoy sebesar 48.01% dibandingkan dengan tanpa pemberian asam humat (0 mL asam humat/200 kg urea/ha). Bobot segar tanaman pakcoy berbanding lurus dengan

banyaknya jumlah daun dan luas daun. Semakin banyak jumlah daun dan luas daun maka semakin tinggi pula bobot segar tajuk. Banyaknya jumlah daun dan luas daun mengindikasikan pertumbuhan tanaman yang baik yang disebabkan oleh tersedianya unsur hara N. Unsur hara N adalah unsur hara makro yang banyak dibutuhkan oleh tanaman dan berperan dalam pertumbuhan tanaman (Kurniawan, *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Penggunaan asam humat sebagai pelapis urea dapat meningkatkan KTK tanah dan menjaga ketersediaan unsur hara N di dalam tanah. Perlakuan 800 mL asam humat/200 kg urea/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy yang meliputi jumlah daun, luas daun, dan bobot segar tajuk tanaman pakcoy, yaitu berturut-turut sebesar 28.07%, 41.77%, dan 48.01%.

Daftar Pustaka

- Alimin, *et al.* 2005. Fraksinasi Asam Humat dan Pengaruhnya pada Kelarutan Ion Logam Seng (II) dan Kadmium (II). *Jurnal Ilmu Dasar*, 6(1).
- BPS. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia. BPS. Jakarta.
- Erawan, D., Yani, W.O., Bahrin, A. 2013. Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) Pada berbagai dosis pupuk urea. *Jurnal Agroteknos*. 3(1): 19-25.
- Nainggolan, G.D., Suwardi, Darmawan. 2009. Pola pelepasan nitrogen dari pupuk tersedia lambat (slow release fertilizer) urea-zeolit-asam humat. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(2): 89-96.
- Hermanto, D., Dharmayani, N.K.T., Kurnianingsih, R., Kamali, S.R. 2013. Pengaruh asam humat sebagai pelengkap pupuk terhadap ketersediaan dan pengambilan nutrisi pada tanaman jagung di lahan kering kec.Bayan-NTB. *Ilmu Pertanian*. 16(2): 28 – 41.
- Ismillayli, N., Kamali, S.R., Hamdiani, S., Hermanto, D. 2019. Interaksi asam humat dengan larutan urea, sp36 dan kcl dan pengaruhnya terhadap efisiensi pemupukan. *J. Pijar MIPA*. 14(1): 77-81.
- Istiqomah, F.N., Budi, S.W., Wulandari, A.S. 2017. Peran Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) dan asam humat terhadap pertumbuhan balsa (*Ochroma bicolor* Rowlee.) pada tanah terkontaminasi timbal (Pb). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7(1): 72-78.
- Karti, P.D.M.H., Setiadi, Y. 2011. Respon pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput terhadap penambahan fungi mikoriza arbuskula dan asam humat pada tanah masam dengan aluminium tinggi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 16(2): 105-112.
- Kementrian Pertanian. 2006. Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 331/Kpts/SR.120/5/2006 tentang Pelepasan Pak Choy Green Sebagai Varietas Unggul. Kementrian Pertanian. Jakarta
- Khaled, H., Fawy, H.A. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Journal Soil and Water Research*. 6(1): 21–29.
- Kurniawan, A., Islami, T., Koesriharti. 2017. Pengaruh aplikasi pupuk N dan K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*) Flamingo F1. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(2): 281 – 289.
- Lestari, A. 2006. Studi pemanfaatan asam humat hasil ekstraksi dari andosol dan gambut dalam pertumbuhan semai padi (*Oryza sativa* L.). Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mindari, W., Aini, N., Kusuma, Z., Syekhfani. 2014. Effects of humic acid-based buffer + cation on chemical characteristics of saline soils and maize growth. *Journal Of Degraded And Mining Lands Management*. 2(1): 259-268.
- Nainggolan, G.D., Suwardi, Darmawan. 2009. Pola pelepasan Nitrogen dari pupuk tersedia lambat (*Slow Release Fertilizer*) Urea-Zeolit-Asam Humat. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(2): 89 – 96.
- Pertuit A.J.Jr., Dudley, J.B., Toler, J.E. 2001. Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. *Hortscience*. 36(5): 913–915
- Pratomo, K.R., Suwardi, Darmawan. 2009. Pengaruh pupuk slow release urea-zeolit-asam humat (uza) terhadap produktivitas tanaman padi var. Cihayang. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(2): 83 – 88.
- Rahmayanti, M., Yunita, E., Prandini, M.S. 2019. Isolasi asam humat dari tanah

- gambut Sumatera dan Kalimantan dan analisis kandungan gugus fungsionalnya. *Integrated Lab Journal*. 07(02): 132-139
- Ramadhani, R.H., Roviq, M., Maghfoer, M.D. 2016. Pengaruh sumber pupuk nitrogen dan waktu pemberian urea pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* Sturt. var. *saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(1): 8-15.
- Selladurai, R., Purakayastha, T.J. 2015. Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato. *Journal of Plant Nutrition*. DOI: 10.1080/01904167.2015.1109106.
- Sembiring, G.M. 2018. Pengaruh komposisi nutrisi dan pupuk daun pada pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.var. *chinensis*) sistem hidroponik rakit apung. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Shui-Qin, Z., Liang, Y., Wei, L., Zhi-An, L., Yan-Ting, L., Shu-Wen, H., Bing-Qiang, Z. 2019. Effects of urea enhanced with different weathered coal-derived humic acid components on maize yield and fate of fertilizer nitrogen. *Journal of Integrative Agriculture*. 18(3): 656-666.
- Suwahyono, U. 2011. Prospek teknologi remediasi lahan kritis dengan asam humat (humic acid). *J. Tek. Ling.* 12(1): 55-65.
- Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K., Kazmi, M.H. 2011. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*. 21(1): 124-131.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Diterjemahkan oleh Didiék Hadjar Goenadi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tan, K.H. 2003. *Humic Matter in Soil and Environment. Principles and Controversies*. University of Georgia. Athens, Georgia. USA. 386p.
- Trenkel, M.E. 2010. *Slow and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture*. Second edition. IFA Paris. France. 133p.
- USDA. 2019. Food data central of cabbage, chinese (pak-choi), raw. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service.