

PERTANIAN

UJI EFEKTIVITAS HASIL PENGKAYAAN HARA NPK SENYAWA HUMIK JERAMI DENGAN BEBERAPA DOSIS BAHAN PENGKAYA PADA TANAMAN MENTIMUN (*Cucumis sativus*) SERTA INTERAKSINYA DENGAN LOGAM Cu

*Effectivity of Increased NPK Nutrients in Straw Humic Substances as a Fertilizers on Plant Growth of Cucumber (*Cucumis sativus*) and Interactions with High Level of Copper in Soils*

Lutfi Dwi Purwanto, Sugeng Winarso*, Martinus H. Pandutama

Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember (UNEJ)

Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*E-mail: winarsosugeng@gmail.com

ABSTRACT

Humic substance is one form of soil organic matter, which is mostly resistant from degradation by microbe and compose most part of total soil organic matter (60-80%). Paddy straw is one of organic matter containing humic substances which are potential to be developed in Indonesia. This experiment used Factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with 2 factors of treatment. The NPK nutrients of humic compounds of straw were enriched with synthetic NPK fertilizer at different concentrations (factor A). This substance was then applied to the growing media of cucumber plants and was tested in the planting medium with high Cu content (factor B). Based on regression curve, the two treatment factors had interactions with all observation variables. The interaction of two treatments factors still had not provided a significant effect on the response of N tissue uptake, P₂O₅ content of growing media and P₂O₅ plant tissue uptake. The effect of treatment of Cu media addition tended to improve all response to observation variables except the N variable of total media and number of effective leaves. Provision of humic compounds of NPK enriched with best effectiveness was at level of 1/3 recommended enriching substance of NPK on planting medium without adding Cu and at the level of 4/3 of NPK enriching substance on planting medium with the addition of Cu element by 195 mg/kg media. The recommended dose of NPK fertilizer per plant is 50 grams of compound fertilizer NPK (20:32:42).

Keywords: humic substance, Cu, cucumber.

ABSTRAK

Senyawa humik merupakan bentuk bahan organik tanah yang paling tahan terhadap aktivitas pelapukan mikrobial serta menyusun sebagian besar bahan organik total tanah (60-80%). Jerami padi merupakan salah satu bahan organik yang potensial untuk dikembangkan senyawanya di Indonesia. Percobaan ini menggunakan 2 faktor perlakuan dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Senyawa humik jerami diperkaya unsur hara NPK-nya dengan pupuk NPK sintetis pada konsentrasi yang berbeda (faktor A). Bahan ini kemudian diaplikasikan pada media tanam tanaman mentimun dan diuji pada media tanam dengan kandungan Cu tinggi (faktor B). Berdasarkan kurva regresi kedua faktor perlakuan, terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan terhadap semua variabel pengamatan. Interaksi kedua faktor perlakuan masih belum memberikan pengaruh yang signifikan pada respon serapan N jaringan, kadar P₂O₅ media tanam, serta serapan P₂O₅ jaringan tanaman. Pengaruh perlakuan penambahan Cu media cenderung meningkatkan semua respon variabel pengamatan kecuali pada variabel N total media dan jumlah daun efektif. Pemberian senyawa humik jerami diperkaya NPK dengan efektivitas terbaik berada pada taraf 1/3 pengkaya NPK anjuran pada media tanam tanpa penambahan Cu dan pada taraf 4/3 pengkaya NPK anjuran pada media tanam dengan penambahan unsur Cu 195 mg/kg media. Dosis pupuk NPK anjuran per tanaman yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

Kata kunci: senyawa humik, logam Cu, mentimun.

How to cite : Purwanto, Lutfi Dwi., Winarso, Sugeng., Pandutama, Martinus H. 2015. Uji Efektivitas Hasil Pengkayaan Hara NPK Senyawa Humik Jerami dengan Beberapa Dosis Bahan Pengkaya pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus*) serta Interaksinya dengan Logam Cu. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Senyawa humik merupakan penyusun bahan organik tanah yang paling besar dan paling stabil (Schmidt *et al.*, 2011). Bahan organik yang telah terhumifikasi dapat berfungsi sebagai agen pengkelat senyawa atau unsur beracun seperti logam berat dalam tanah. Bahan-bahan pencemar tanah akan diikat dalam bentuk yang aman dan dipercepat translokasinya melalui tanaman dengan cara meningkatkan serapan hara tanaman (Ariyanto, 2010). Melalui mekanisme biologi, bahan organik akan menyediakan rumah sekaligus makanan bagi mikroba pengurai yang dapat mendegradasi bahan-bahan pencemar tersebut menjadi bentuk yang lebih aman (Setiyono *et al.*, 2011).

Peningkatan kadar bahan organik tanah pada umumnya dilakukan petani dengan menambahkan pupuk kandang atau pupuk kompos. Namun upaya peningkatan bahan organik dengan cara ini kurang diminati petani, karena dirasa kurang efisien. Bahkan menurut beberapa petani, pemanfaatan pupuk kandang dirasa menjadi penyebab utama tingginya populasi gulma di lahan. Upaya lain penambahan bahan organik tanah yang kini dikembangkan yaitu dengan penambahan senyawa humik yang merupakan bahan organik yang sudah terdegradasi dan terhumifikasi. Menurut Eyheraguibel *et al.*, (2007), pemanfaatan senyawa humik diketahui mampu memberikan banyak efek positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini memiliki 2 tujuan yaitu, pertama untuk mengetahui bagaimana interaksi aplikasi senyawa humik diperkaya unsur hara NPK pada tanaman mentimun dengan kandungan Cu berlebih pada media tanamnya, terhadap penyediaan hara NPK dan pertumbuhan tanaman mentimun. Tujuan kedua yaitu untuk mengetahui konsentrasi bahan pengkaya NPK senyawa humik jerami yang paling tepat untuk diaplikasikan pada tanaman mentimun.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2014 sampai dengan bulan September 2014. Pengujian pada tanaman indikator dilaksanakan di lahan depan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan di Laboratorium Kesuburan Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Senyawa humik jerami diperoleh dari pemerasan hasil pengomposan jerami padi. Mula-mula jerami padi dikomposkan dalam kondisi lembab selama ± 1 bulan. Proses pengomposan dibantu dengan penambahan bioaktivator untuk mempercepat proses pengomposan. Setelah jerami terdekomposisi sempurna, dilakukan peningkatan kadar air ($\pm 60\%$) dengan cara disemprot untuk mempermudah proses pemerasan senyawa humik. Hasil pemerasan kompos jerami yang berupa cairan hitam kecoklatan, kemudian dianalisis kandungan C-organiknya dan diatur konsentrasinya pada 1000 mg/lt C-organik.

50 liter senyawa humik jerami dengan kepekatan C-organik 1000 mg/lt, selanjutnya diperkaya kandungan hara N, P, dan K-nya melalui penambahan pupuk NPK sintetis. Dosis yang digunakan yaitu 50 gram/ liter senyawa humik dengan perbandingan unsur NPK (20:32:42). Dosis pupuk sintetis per liter ini merupakan dosis anjuran per tanaman untuk mentimun. Pupuk sintetis dihaluskan terlebih dahulu kemudian dicampurkan dengan senyawa humik jerami pada wadah/timba ukuran 50 liter. Hasil campuran ini diaduk setiap hari selama 1 minggu dan dipisahkan endapannya pada hari terakhir. Larutan senyawa humik jerami yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai larutan induk untuk pengujian selanjutnya.

Bersamaan dengan pengkayaan hara NPK senyawa humik jerami, dilakukan persiapan media tanam dan pembibitan tanaman mentimun. Media tanam dianalisa terlebih dahulu kandungan N total, P_2O_5 tersedia, K_2O tersedia, C-organik, dan Cu. Terdapat 2 jenis media tanam yang digunakan yaitu media tanam normal dan media tanam dengan kadar Cu tinggi. Seminggu sebelum tanam, dilakukan pengolahan media tanam hingga pengisian media ke dalam polibag. Untuk media dengan kadar Cu tinggi, penambahan unsur Cu diberikan bersamaan dengan pengolahan tanah. Untuk pembibitan tanaman mentimun, dilakukan pada media sosis hingga tanaman memiliki 2-3 helai daun.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap Faktorial (RAKL) dengan 2 faktor perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali. Faktor perlakuan pertama (faktor A) menguji efektivitas aplikasi senyawa humik jerami diperkaya dengan beberapa dosis aplikasi berdasarkan konsentrasi pengkaya unsur NPK-nya pada tanaman mentimun. Taraf perlakuan yang diuji yaitu kontrol (humik tanpa pengkaya NPK), 1/3 dosis anjuran, 2/3 dosis anjuran, 3/3 dosis anjuran dan 4/3 dosis anjuran. Adapun dosis anjuran pengkaya berupa pupuk NPK majemuk sintetis yang digunakan yaitu 50 gram/ liter senyawa humik dengan perbandingan unsur NPK (20:32:42). Penambahan logam Cu pada media tanam menjadi faktor perlakuan kedua, dimaksudkan untuk mengetahui interaksi senyawa humik diperkaya unsur NPK-nya pada tanah dengan kandungan logam Cu tinggi. Faktor perlakuan kedua yaitu penambahan Cu media tanam (faktor B) terbagi menjadi 2 taraf yaitu kontrol (tanpa

penambahan Cu) dan dengan penambahan 195 mg Cu/kg media tanam.

Tanaman percobaan ditanam dalam polibag dengan media tanah sebanyak 8 kg dan ditempatkan di lahan terbuka. Tanaman dirambatkan secara vertikal pada ajir bambu untuk mempermudah pengamatan. Aplikasi senyawa humik jerami terbagi dalam 3 waktu (3 kali aplikasi) pada saat olah tanah 0 MST, 1 minggu setelah tanam 1 MST, dan 3 minggu setelah tanam 3 MST. Aplikasi dilakukan pada sore hari untuk mengurangi efek panas dari pupuk dengan kondisi media sudah disiram hingga kapasitas lapang pada pagi harinya. Aplikasi senyawa humik lanjutan dilakukan pada larikan yang dibuat melingkar dengan jarak 10 cm dari batang tanaman. Sebelum aplikasi media tanam harus dibersihkan dari gulma. Indikator pertumbuhan tanaman akan diamati selama $\pm 1,5$ bulan untuk mengetahui perlakuan yang memberikan respon pertumbuhan terbaik sebagai indikator serapan hara yang diberikan.

Variabel-variabel yang diamati dalam percobaan ini antara lain:

Tabel 1. Variabel Pengamatan dan Metode Pengukurannya

No.	Variabel Pengamatan	Metode
1	Tinggi tanaman (mingguan)	Luas Daerah Di Bawah Kurva
2	Jumlah daun (mingguan)	Luas Daerah Di Bawah Kurva
3	Rata-rata lebar daun ke 9, 10, dan 11 (mingguan)	Luas Daerah Di Bawah Kurva
4	Berat basah brangkasan	Timbangan Analitik
5	Berat kering brangkasan	Timbangan Analitik
6	N Total media (tanah)	Metode Kjeldahl (Titrisasi)
7	P_2O_5 tersedia media (tanah)	Metode Olsen (Spektrophotometer)
8	K_2O tersedia media (tanah)	AAS
9	Serapan Cu jaringan buah basah	Pengabuan basah dengan H_2O_2 (AAS)
10	Serapan N jaringan buah basah	Pengabuan basah dengan H_2O_2 (Titrisasi)
11	Serapan P_2O_5 jaringan buah basah	Pengabuan basah dengan H_2O_2 (Spektrophotometer)
12	Serapan K_2O jaringan buah basah	Pengabuan basah dengan H_2O_2 (AAS)

Untuk data variabel pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun efektif, rata-rata lebar daun ke 9, 10, 11) yang diamati tiap minggu selama 1,5 bulan, diolah terlebih dahulu dengan metode LDDK sebelum dianalisis lebih lanjut dengan analisis sidik ragam (ANOVA). LDDK (Luas Daerah Di bawah Kurva) merupakan salah satu teknik analisa data pengamatan berulang yang dihitung dari luasan daerah kurva yang terbentuk dari data-data tiap satuan waktu pengamatannya. Adapun rumus perhitungannya:

$$A_k = \sum_{i=1}^{k-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (x_{i+1} - x_i)$$

Gambar 1. Rumus Perhitungan Nilai LDDK

Metode analisa yang digunakan yaitu melalui Analisis Sidik Ragam (ANOVA). Kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Rata-Rata Duncan dengan taraf kepercayaan 95%. Adanya pengaruh interaksi yang nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95 %, selanjutnya dianalisis uji Trend untuk mengetahui persamaan regresi dengan derajat polynomial yang

paling tepat dalam menjelaskan pengaruh perlakuan terhadap respon.

Kondisi yang sama juga terjadi pada media tanam dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1), kecuali pada variabel

HASIL

Pada Tabel 2, pengaruh perlakuan hanya memberikan keragaman respon yang nyata pada variabel N total, dan K₂O tersedia pada media tanam. Hasil yang sama pada pengaruh penambahan pengkaya NPK menunjukkan bahwa pengaruh faktor pengkaya NPK sangat besar dibandingkan faktor perlakuan lainnya. Untuk interaksi pemberian logam Cu x NPK dan perlakuan penambahan Cu pada media tanam, tidak berpengaruh signifikan pada status hara N, P, dan K media tanam pasca pemanenan brangkasan. Berdasarkan nilai F hitung, faktor penambahan Cu media memberikan pengaruh yang cukup besar pada N total, dan K₂O tersedia media.

Pada variabel serapan unsur NPK dan Cu pada jaringan buah, pengaruh interaksi kedua faktor perlakuan hanya dapat memberikan respon yang berbeda nyata pada serapan K₂O. Kombinasi kedua faktor perlakuan yaitu penambahan senyawa humik diperkaya NPK dan penambahan Cu pada media tanam, ternyata sama-sama memberikan pengaruh yang signifikan dan saling berinteraksi terhadap serapan K₂O oleh tanaman.

Pengaruh interaksi kedua faktor perlakuan tidak berpengaruh secara signifikan pada respon variabel pertumbuhan tanaman. Keragaman respon pertumbuhan hanya berbeda secara nyata berdasarkan pengaruh dari perlakuan pengkaya NPK pada senyawa humik. Adanya Cu berlebih pada media tanam ternyata tidak mempengaruhi respon pertumbuhan tanaman secara nyata.

Tabel 2. Hasil Sidik Ragam (ANOVA) Variabel Pengamatan

Sumber Keragaman	F-hitung														F-tabel	
	N Total	P ₂ O ₅ tersedia	K ₂ O tersedia	Serapan N	Serapan P ₂ O ₅	Serapan K ₂ O	Serapan Cu	Tinggi	Jml. Daun	Lebar Daun	Berat Basah	Berat Kering	5 %	1 %		
Replikasi	4.88 *	1.98 NS	0.14 NS	1.63 NS	1.95 NS	0.02 NS	0.00347 NS	2.60 NS	1.20 NS	0.57 NS	0.08 NS	2.56 NS	3.55	6.01		
Perlakuan	2.60 *	0.46 NS	2.52 *	0.68 NS	1.03 NS	5.95 **	2.53798 *	3.89 **	3.44 **	19.12 **	6.96 **	10.05 **	2.46	3.60		
Logam Cu	1.75 NS	0.18 NS	2.50 NS	1.23 NS	1.02 NS	10.10 **	10.2547 **	0.13 NS	0.50 NS	1.48 NS	0.05 NS	0.15 NS	4.41	8.29		
NPK	3.94 *	0.73 NS	2.93 *	0.76 NS	2.10 NS	3.56 *	1.48886 NS	7.93 **	7.22 **	41.18 **	15.43 **	21.28 **	2.93	4.58		
Cu x Humik	1.47 NS	0.25 NS	0.51 NS	0.46 NS	0.23 NS	7.30 **	1.6579 NS	0.79 NS	0.38 NS	1.47 NS	0.21 NS	1.29 NS	2.93	4.58		

Pada Tabel 3, penambahan pengkaya unsur NPK dalam senyawa humik jerami yang diberikan pada tanaman, dapat memberikan respon yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, lebar daun, dan berat basah tanaman pada media tanpa Cu (B0). Namun perbedaan respon yang nyata ini hanya jika dibandingkan dengan perlakuan kontrolnya (tanpa pengkaya NPK) saja, sedangkan antar taraf dengan penambahan pengkaya NPK (A≠0) responnya berbeda tidak nyata.

Tabel 3. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon Tinggi Tanaman, Lebar Daun, dan Berat Basah Tanaman

Tinggi Tan.	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)				
Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	472.25 a	566.50 a	535.17 a	642.5 a	566.67 a
	A	AB	A	B	AB
195 mg/kg	448.00 a	583.83 a	577.83 a	600.67 a	607.67 a
	A	B	B	B	B

Lebar Daun	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)				
Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	36.19 a	59.33 a	60.00 a	64.02 a	61.58 a
	A	B	B	B	B
195mg/kg	33.13 a	60.92 a	53.55 a	58.36 a	65.22 a
	A	B	B	B	B

Berat Basah	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)				
Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	125.32 a	365.56 a	458.69 a	387.22 a	493.86 a
	A	B	B	B	B
195 mg/kg	132.33 a	339.93 a	402.30 a	407.57 a	514.07 a
	A	B	BC	BC	C

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

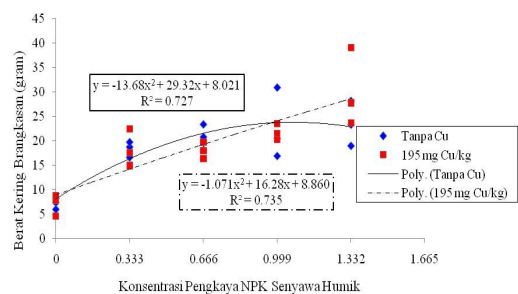
berat brangkasan tanaman. Pada variabel berat kering brangkasan tanaman, taraf A4 atau penambahan 4/3 konsentrasi pengkaya NPK pada senyawa humik dapat memberikan respon berat kering brangkasan tertinggi secara berbeda nyata dari semua taraf konsentrasi pengkaya NPK pada perlakuan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1) (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon Berat Kering Brangkasan Tanaman

Berat Kering	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)				
	Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3
0 mg/kg (kontrol)	7.14 a	18.29 a	20.71 a	22.68 a	23.41 a
	A	B	B	B	B
195 mg/kg	7.03 a	18.26 a	17.94 a	21.72 a	30.06 b
	A	B	B	B	C

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

Berdasarkan hasil uji Trend, penambahan Cu 195 mg/kg pada media tanam cenderung meningkatkan pengaruh positif perlakuan pemberian senyawa humik jerami diperkaya NPK dalam meningkatkan berat kering brangkasan tanaman (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Bentuk Persamaan Regresi Pengaruh Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) terhadap Respon Berat Kering

Brangkasan Tanaman pada Dosis Penambahan Cu Media Tanam yang Berbeda (B)

Berdasarkan hasil Uji beda rata-rata Duncan, kedua faktor perlakuan dapat saling berinteraksi dan memberikan respon yang berbeda nyata hampir pada semua variabel pengamatan yang dilakukan, kecuali pada variabel serapan N jaringan, kadar P₂O₅ media tanam, serta serapan P₂O₅ jaringan (lihat Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon Serapan N Jaringan, P₂O₅ tersedia media, dan serapan P₂O₅ jaringan (Buah Basah)

Serapan N	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)					
	Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	1369.8	a	1362.8	a	1248.9	a
	A	A	A	A	A	A
195 mg/kg	1186	a	1530.5	a	1861.4	a
	A	A	A	A	A	A

P ₂ O ₅ Tersedia Media	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)					
	Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	41.2	a	39.0	a	40.7	a
	A	A	A	A	A	A
195 mg/kg	41.3	a	31.2	a	39.1	a
	A	A	A	A	A	A

Serapan P ₂ O ₅	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)					
	Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	91.67	a	62.73	a	56.23	a
	A	A	A	A	A	A
195 mg/kg	82.87	a	58.53	a	56.68	a
	A	A	A	A	A	A

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

Pada status hara NPK media tanam, peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada senyawa humik jerami yang diberikan pada tanaman dapat meningkatkan variabel N total media secara nyata baik pada perlakuan media tanpa penambahan Cu (B0) maupun pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1) (lihat Tabel 6).

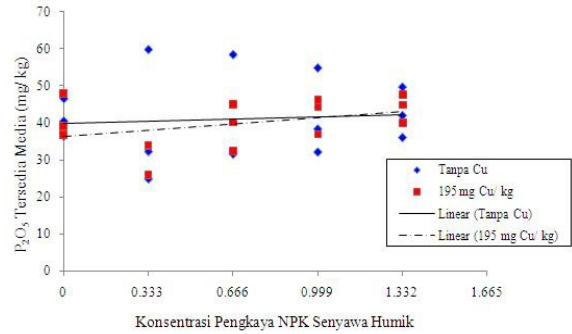
Tabel 6. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon N Total Media Tanam

N Total	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)					
	Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	153.3	a	143.6	a	144.4	a
	A	A	A	A	A	B
195 mg/kg	143.9	a	129.3	a	143.6	a
	AB	A	AB	B	AB	AB

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

Sedangkan pada status unsur fosfor didalam tanah, peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada senyawa humik jerami berpengaruh tidak signifikan pada variabel P₂O₅ tersedia media tanam pasca pemanenan brangkasan tanaman baik

pada perlakuan media tanpa penambahan Cu (B0) maupun pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1). Meskipun pengaruhnya tidak nyata, P₂O₅ tersedia media tanam cenderung meningkat setiap penambahan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada senyawa humik jerami (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Bentuk Hubungan Interaksi Pengaruh Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Penambahan Unsur Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon P₂O₅ tersedia Media Tanam Pasca Pemanenan Brangkasan

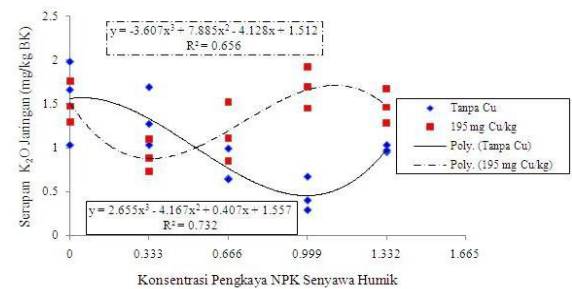
Dari hasil uji beda rata-ratanya, peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK senyawa humik jerami yang diberikan pada tanaman berpengaruh signifikan terhadap variabel serapan K₂O jaringan, baik pada media tanpa penambahan Cu (B0) maupun pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1) (lihat Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon Serapan K₂O Jaringan Tanaman (Buah Basah)

Serapan K ₂ O	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)					
	Dosis Cu (B)	0	1/3	2/3	3/3	4/3
0 mg/kg (kontrol)	1.56	a	1.33	a	0.76	a
	D	CD	AB	A	BC	
195 mg/kg	1.51	a	0.90	a	1.16	a
	BC	A	AB	C	BC	

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

Pada Gambar 3, hasil uji Trend menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang cukup kuat antara kedua faktor perlakuan dalam mempengaruhi serapan K₂O jaringan. Adanya penambahan Cu 195 mg/kg media, cenderung dapat meningkatkan penyerapan K₂O pada jaringan buah tanaman.



Gambar 4. Bentuk Persamaan Regresi Pengaruh Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) terhadap Respon Serapan K₂O Jaringan Buah Basah pada Dosis Penambahan Cu Media Tanam yang Berbeda (B)

Berdasarkan Tabel 8, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respon yang nyata akibat pengaruh perlakuan. Perbedaan respon yang nyata ini menunjukkan terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan terhadap respon kadar K_2O tersedia pada media tanam. Peningkatan taraf pengkaya NPK ternyata justru menurunkan ketersediaan K_2O media di akhir masa tanam secara signifikan.

Tabel 8. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon K_2O Tersedia Media Tanam

K_2O Tersedia	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)									
	Dosis Cu (B)		0	1/3	2/3	3/3	4/3			
0 mg/kg (kontrol)	1.04	a	0.86	a	0.76	a	0.80	a	0.68	a
	A		A		A		A		A	
195 mg/kg	1.03	a	0.51	a	0.62	a	0.76	a	0.58	a
	B		A		AB		AB		A	

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95 %;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95 %;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

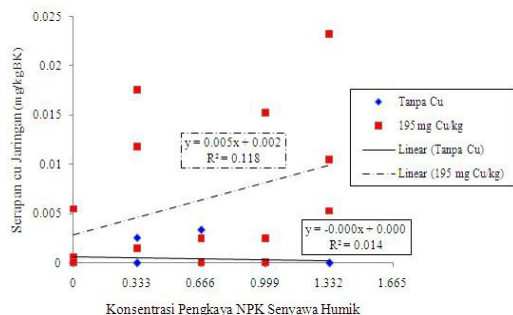
Peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada senyawa humik jerami yang diberikan pada tanaman ternyata juga berpengaruh signifikan terhadap serapan Cu oleh jaringan tanaman pada media tanam dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1) (lihat Tabel 9).

Tabel 9. Pengaruh Interaksi Faktor Perlakuan Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) dan Faktor Perlakuan Penambahan Cu pada Media Tanam (B) terhadap Respon Serapan Cu Jaringan Tanaman (Buah Basah)

Serapan Cu	Konsentrasi Pengkaya NPK Senyawa Humik (A)									
	Dosis Cu (B)		0	1/3	2/3	3/3	4/3			
0 mg/kg (kontrol)	0.00000	a	0.00086	a	0.00113	a	0.00000	a	0.00000	a
	A		A		A		A		A	
195 mg/kg	0.00000	a	0.01026	b	0.00082	a	0.00589	a	0.01299	b
	A		AB		A		AB		B	

1. angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95 %;
2. angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95 %;
3. konsentrasi pengkaya berdasarkan dosis anjuran pemupukan NPK untuk mentimun yaitu 50 gram pupuk NPK majemuk (20:32:42).

Berdasarkan Uji Trend, peningkatan konsentrasi pengkaya NPK pada senyawa humik jerami dapat meningkatkan serapan Cu oleh tanaman pada jaringan buah (lihat Gambar 4). Hal ini berkaitan dengan peningkatan berat biomassa akibat pengaruh dari pengkaya NPK yang diberikan dalam senyawa humik jerami.



Gambar 5. Bentuk Persamaan Regresi Pengaruh Penambahan Senyawa Humik Diperkaya NPK (A) terhadap Respon Serapan Cu Jaringan Buah Basah pada Dosis Penambahan Cu Media Tanam yang Berbeda (B)

PEMBAHASAN

Pemberian senyawa humik jerami dengan penambahan pengkaya NPK ($A \neq 0$) pada perlakuan media tanam tanpa penambahan Cu (B_0) ternyata memberikan perbedaan respon variabel pertumbuhan tanaman yang cukup kecil pada setiap peningkatan konsentrasi pengkaya NPK-nya (lihat Tabel 5). Hal ini terjadi karena rendahnya efektivitas pemupukan khususnya pemupukan nitrogen dan fosfor yang berperan besar dalam pertumbuhan tanaman. Menurut Wijaya (2008), unsur N sangat mudah hilang akibat pencucian hara atau penguapan, sedangkan salah satu bentuk ion P yaitu $H_2PO_4^-$ merupakan ion yang reaktif dan mudah berikatan dengan ion lain seperti ion Al dan Fe, hidroksi Al dan Fe serta mineral liat (Jones et al., 1991). hal ini didukung oleh adanya respon yang berbeda nyata hampir pada semua variabel pengamatan yang dilakukan, kecuali pada variabel serapan N jaringan, kadar P_2O_5 media tanam, serta serapan P_2O_5 jaringan (lihat Tabel 7).

Peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada senyawa humik jerami yang diberikan pada tanaman ternyata dapat berpengaruh signifikan terhadap serapan Cu oleh jaringan tanaman pada media tanam dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B_1) (lihat Tabel 11). Aplikasi senyawa humik dapat meningkatkan kapasitas tukar ion Cu di dalam tanah. Kalis et al., (2006), menyebutkan bahwa aplikasi asam humik dengan konsentrasi 30 mg/L dapat mengurangi keberadaan ion Cu bebas di dalam larutan tanah. Peningkatan bobot biomassa tanaman akibat peningkatan suplai nutrisi NPK juga dapat menjadi penyebab meningkatnya serapan Cu oleh tanaman (lihat Tabel 5, dan 6). Meningkatnya luasan daun dan biomassa dapat meningkatkan aktivitas penyerapan hara termasuk Cu sendiri dari dalam tanah.

Peningkatan konsentrasi pengkaya NPK pada senyawa humik cenderung menurunkan serapan Cu pada media tanam tanpa penambahan Cu (B_0) (lihat Gambar 5). Sedangkan pada media dengan penambahan Cu, serapan Cu oleh jaringan meningkat secara nyata seiring dengan peningkatan taraf perlakuan konsentrasi pengkaya NPK. Tanpa penambahan unsur pengkaya NPK, ion-ion Cu pada media tanam akan banyak menggantikan ion K^+ yang bervalensi lebih rendah pada jerapan koloid tanah karena ion divalen biasanya diserap lebih kuat daripada ion monovalen (Sugiarto, 2004).

Penambahan Cu sendiri pada media tanam 195 mg/kg (B_1), cenderung meningkatkan respon semua variabel pengamatan berdasarkan pengaruh taraf perlakuan konsentrasi pengkaya NPK, kecuali pada variabel respon N total media pasca pemanenan brangkasan dan jumlah daun efektif tanaman yang cenderung menurun (lihat Gambar 2, 3, 4, dan 5). Hal ini terjadi karena ion hara yang bervalensi lebih tinggi seperti Cu_2^+ dapat menggantikan ion K^+ dan NH_4^+ yang bervalensi lebih rendah pada jerapan koloid tanah. Ion K^+ dan NH_4^+ merupakan bentuk ion yang dapat mudah terjebak dalam struktur Al Si mineral lempung (Jones et al., 1991).

Upaya pemupukan unsur N yang dikombinasikan dengan senyawa humik jerami, ternyata kurang efektif karena unsur nitrogen yang ditambahkan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap serapannya namun lebih banyak terjerap pada koloid tanah daripada terserap oleh tanaman. Hal ini terbukti pada kadar N total media tanam yang berbeda secara nyata, namun serapan N jaringan tidak berbeda nyata (lihat Tabel 7, dan 8). Pada respon variabel serapan N jaringan yang perbedaannya tidak nyata, penambahan pengkaya NPK dalam senyawa humik jerami

cenderung meningkatkan serapan N jaringan. Vaughan dan Ord (1991), melaporkan bahwa dalam aplikasinya dengan asam humat, pemupukan nitrogen masih dapat lebih efisien karena asam humat memiliki kemampuan sebagai ligan yang dapat mengikat nitrogen membentuk kompleks yang dapat tersimpan untuk sementara di dalam tanah. Hal ini dapat menjaga kadar N dalam tanah akibat pengurangan melalui penguapan atau *leaching*.

Sedangkan pada status unsur fosfor di dalam tanah, peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada senyawa humik jerami tidak berpengaruh secara signifikan pada variabel P_2O_5 tersedia media tanam pasca pemanenan brangkasan tanaman baik pada perlakuan media tanpa penambahan Cu (B0) maupun pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1) (lihat Tabel 7). Salah satu bentuk ion P yaitu $H_2PO_4^-$ merupakan ion yang reaktif dan mudah berikatan dengan ion lain seperti ion Al dan Fe, hidroksi Al dan Fe serta mineral liat (Jones et al., 1991). Jika dilihat dari respon serapan P_2O_5 jaringan yang berbeda tidak nyata pada Tabel 7, kombinasi pemupukan fosfor dengan senyawa humik jerami tidak berpengaruh besar pada efektifitas pemupukannya. Menurut Winarso et al., (2009) menyatakan bahwa, penambahan senyawa humik jerami 5.000 ppm dengan $CaCO_3$ sebanyak 0,0016 M dapat meningkatkan P-larut hingga 384 %.

Pada media tanam tanpa penambahan Cu (B0), respon kadar K_2O tersedia media justru tidak berbeda nyata antar taraf konsentrasi pengkaya NPK (lihat Tabel 10). Hal ini menunjukkan bahwa tanpa Cu berlebih di dalam tanah ketersediaan unsur kalium bagi tanaman berbeda tidak nyata, namun cenderung menurun pada setiap taraf peningkatan konsentrasi pengkaya NPK. Tanpa adanya penambahan Cu pada media tanam (B0), serapan K_2O pada jaringan cenderung menurun secara nyata seiring dengan peningkatan konsentrasi pengkaya NPK pada senyawa humik yang diberikan pada tanaman. Sedangkan adanya penambahan Cu sebanyak 195 mg/kg media (B1), justru dapat meningkatkan serapan K_2O pada jaringan secara nyata berdasarkan peningkatan taraf faktor konsentrasi pengkaya NPK senyawa humik (lihat Tabel 9). Hal ini dapat terjadi karena ion hara yang bervalensi lebih tinggi seperti Cu^{2+} dapat menggantikan ion K^+ yang bervalensi lebih rendah pada jerapan koloid tanah. Menurut Sugiarto (2004), menyatakan bahwa ion divalen biasanya diserap lebih kuat dan lebih sulit ditukar daripada ion monovalen. Dengan banyaknya ion K^+ yang terlepas dan menjadi tersedia bagi tanaman, akan mempengaruhi banyaknya serapan unsur kalium oleh tanaman.

Sedangkan penambahan Cu sendiri pada media tanam 195 mg/kg (B1), cenderung meningkatkan respon semua variabel pengamatan berdasarkan pengaruh taraf perlakuan konsentrasi pengkaya NPK, kecuali pada variabel respon N total media pasca pemanenan brangkasan dan jumlah daun efektif tanaman yang cenderung menurun. Respon serapan Cu terbesar pada buah basah yaitu 0.01299 mg Cu/kg buah basah, ternyata masih dibawah batas aman untuk dikonsumsi. Standar untuk makanan yang ditetapkan oleh BSN (2009) batas cemaran logam berat Cu yang dikonsumsi manusia sebesar 0,2 mg/kg. Pada kadar ini tidak terjadi akumulasi pada tubuh manusia normal. Akan tetapi asupan dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan gejala-gejala yang akut pada manusia.

KESIMPULAN

Pada serapan hara NPK dan Cu oleh jaringan tanaman, pengaruh interaksi kedua faktor perlakuan (NPK x Cu) hanya berpengaruh signifikan terhadap variabel serapan K_2O jaringan

baik pada perlakuan media tanpa penambahan Cu (B0) maupun pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1), dan variabel serapan Cu oleh jaringan tanaman pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1). Peningkatan konsentrasi pengkaya unsur NPK pada SHJ tidak berpengaruh signifikan pada variabel serapan N dan P_2O_5 jaringan baik pada perlakuan media tanpa penambahan Cu (B0) maupun pada perlakuan media dengan penambahan Cu 195 mg/kg media (B1).

Kondisi diatas berpengaruh pada respon variabel berat kering tanaman yang hanya berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan kontrolnya (tanpa pengkaya NPK) saja, sedangkan antar taraf dengan penambahan pengkaya NPK ($A \neq 0$) responnya berbeda tidak nyata. Akan tetapi pada media tanam dengan penambahan Cu 195 mg/kg (B1), respon berat kering pada taraf A4 atau dengan penambahan 4/3 konsentrasi pengkaya NPK anjuran ternyata dapat memberikan respon berat kering brangkasan tertinggi secara nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UNEJ atas bantuan dana Penelitian Hibah Bersaing Sumberdana DIPA UNEJ 2014, juga ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si dan Ir. Martinus H. Pandutama, M.Sc., Ph.D yang telah memberikan bimbingan selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Dwi Priyo, 2010. Ikatan Antara Asam Organik dengan Logam. *Jurnal Penelitian*. Jurusan Ilmu Tanah Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. No. SNI 7387: BSN. Jakarta.
- Eyheraguibel, B., J. Silvestre, and P. Morard. 2007. Effects of Humic Substance Derived From Organic Waste Enhancement on The Growth and Mineral Nutrition Of Maize. Elsevier. *Bio Resource Technology*. Vol: 99. Pp: 4206-4212.
- Foth, H. D. 1990. *Fundamentals of Soils Sciences*. 8th ed. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Jones, J.B., Jr, B. Wolf, and H.A. Mills. (1991). *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*: Micro-Macro Pub, Inc.
- Kalis, Erwin J J., Temminghoff, Erwin J M., Weng, Liping., van Riemsdijk, Willem H. 2006. Effects of Humic Acid and Competing Cations on Metal Uptake by *Lolium perenne*. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol: 25. Edisi: 3. Hal: 702-11.
- Murray, Hollydawn., Pinchin, Trevor A. & Sheila M. Macfie. 2011. Compost application affects metal uptake in plants grown in urban garden soils and potential human health risk. *J Soils Sediments*. Vol: 1. Pp: 815-829.
- Ponizovsky, Alexander A; Sagar Thakali; Allen, Herbert E; Di Toro, Dominic M; Ackerman, Amanda J. 2006. Effect Of Soil Properties On Copper Release In Soil Solutions At Low Moisture Content. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol: 25. Edisi: 3. Halaman: 671-82.
- Schmidt, Michael W. I. Torn Margaret S. Abiven Samuel. Dittmar, Thorsten. Guggenberger Georg, Ivan A. Janssens. Markus Kleber8, Ingrid Ko'gel-Knabner. Johannes Lehman. David A. C. Manning, Paolo Nannipieri, Daniel P. Rasse, Steve Weiner and Trumbore, Susan E. 2011. Persistence of Soil Organic Matter as an Ecosystem Property. *Nature*. Vol 478. pp: 49-56.

- Setiyono, Yohanes, Gunam, Ida Bagus Wayan., Gunadnya, Ida Bagus Putu., dan Tika, I Wayan. 2011. Bioremediasi in-situ Lahan Tercemar Pestisida oleh Mikroba yang Ada Pada Kompos. *Jurnal Penelitian. Jurusan Teknik Pertanian Universitas Udayana.*
- Sugiarto, Bambang. 2004. *Ikatan Kimia*. Jakarta : Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
- Vaughan, D. and Ord, B.G. 1991. Influence of Natural and Synthetic Humic Substances on The Activity of Urease. *J. Soil Sci.*, 42: 17-23.
- Winarso, Sugeng., Handayanto, Eko., Syekhfani, dan Sulistyanto, Didik. 2009. Pengaruh Kombinasi Senyawa Humik dan CaCO₃ terhadap Alumunium dan Fosfat Typic Paleudult Kentrong Banten. *J. Tanah Trop.*, Vol. 14, No. 2, pp: 89-95.
- Wijaya, K. A. 2008. *Nutrisi Tanaman Sebagai Penentu Kualitas Hasil dan Resistensi Alami Tanaman*. Prestasi Pustaka. Jakarta.