

INKUBASI TITONIA PADA TANAH SAWAH TERHADAP ASAM-ASAM ORGANIK

Gusnidar, Nurhajati Hakim dan Teguh Budi Prasetyo

Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas

Abstract

The research about "Incubation of tintonia for organic acid production in rice field" has been conducted in soil laboratory Agriculture Collage Andalas University Padang, since January to August 2005. The objective of this research was to determine the best method of using tintonia to produce organic acids in rice field. The research had 2 factors, 3 series of tintonia application and 5 levels of tintonia dossages with 3 replications. The series are: A₁ = Tintonia was mixed with soil and then, the soil was directly flooded; A₂ = Tintonia was mixed with soil and then, let them stay on soil surface for 3 weeks before being flooded; A₃ = Tintonia was mixed with soil and then, the soil was moistened until field capacity for 3 weeks before being flooded. The second factor was tintonia dossages (0,000; 1,250; 2,500; 3,750; 5,000 g dry weight of tintonia per kg soil). The result showed that organic acids of the soil had been changed as a consequence of tintonia application and the incubation with soil. The highest organic acid production was found at combination of tintonia incubation with soil at field capacity for 3 weeks, that was malat acid (184-489 mg l⁻¹). The others detected were citrate, tartarate, malate, and benzoat acids, butt fenolate acids was not detected.

Keywords: *incubation, organic acids, rice field, tintonia.*

PENDAHULUAN

Bahan organik (BO) seperti hasil pangkasan tintonia, mampu meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Peranan BO terhadap sifat kimia tanah diantaranya dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan karbon (C) tanah serta melarutkan sejumlah unsur hara dari mineral oleh asam organik (AO) (Rao, 1994). Keefektifan AO dalam degradasi mineral tergantung pada konsentrasi dan reaktivitas kimia asam. Dalam konsentrasi rendah, asam fulvat (AF) dan asam humat (AH) yang dihasilkan BO lebih berperan penting daripada AO yang belum terhumifikasi. Asam organik yang belum terhumifikasi secara kimia sama efektifnya dengan bahan humat, namun karena konsentrasinya rendah, pengaruhnya kalah oleh AH dan AF (Baker, 1973; Singer dan Navrot, 1976 dalam Tan, 1986).

Sisa tanaman seperti pangkasan tintonia sewaktu mengalami perombakan (dekomposisi) akan menghasilkan AO. Di samping dapat melarutkan unsur hara, AO dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Daya hambat akan lebih besar bila dekomposisi terjadi pada tanah tergenang. Menurut Patrick (1971)

dan Ponnampuruma (1978) bila dekomposisi terjadi dalam keadaan kurang Oksigen (O₂) maka akan terbentuk asam-asam yang meracun seperti asam asetat, asam laktat, asam butirat, asam format, senyawa-senyawa fenol seperti p-hidroksi benzoat, asam ferulat, asam siringat, asam vanilat dan lain-lain.

Menurut Takajima 1960, (dalam Tsutsuki, 1984) AO yang sifat asamnya berasal hanya dari gugus -COOH termasuk pada asam-asam karboksilat (asam-asam lemak volatil). Asam-asam karboksilat ini dapat terbentuk melalui dekomposisi karbohidrat dan protein dalam tanah tergenang. Jenis AO yang terdeteksi pada tanah sawah adalah asam asetat > asam butirat > asam fumarat > asam propionat > asam valerat > asam suksinat dan asam laktat. Acharya (1935 dalam Tsutsuki, 1984) menyatakan bahwa proses dekomposisi BO (jerami) pada kondisi anaerob, pada tahap pertama terbentuk AO. Asam-asam organik yang terdeteksi dalam penelitian mereka adalah asam asetat, dan asam butirat, serta terdeteksi pula gas CO₂, dan gas metan.

Asam-asam organik yang terdapat gugus -COOH dan OH fenolik dalam molekulnya termasuk asam-asam fenolat.

Komponen BO utama dalam pembentukan asam fenolat adalah lignin. Lignin akan mengalami biodegradasi dengan bantuan cendawan *Basidiomycetes*, *Hendersonula stachybotrysatra*, dan *S. chartarum* serta *Aspergillus sydowi* dalam proses dekomposisinya. Pada tingkat permulaan degradasi lignin oleh cendawan dipandang sebagai kebalikan sintesis lignin. Pada tingkat yang lebih lanjut, degradasi lignin akan menghasilkan bermacam-macam asam aromatik dengan berat molekul (BM) rendah dan aldehida termasuk vanilin dan asam vanilat. Hasil biodegradasi lainnya adalah asam siringat, p-hidroksibenzaldehida, asam p-hidroksibenzoat, asam prokatekuik, dan asam galik (Stevenson, 1994).

Dari hasil penelitian Prasetyo (1996), konsentrasi AO dalam kadar yang tinggi akan menghambat pertumbuhan akar tanaman padi umur 2 minggu. Asam butirat akan menghambat pertumbuhan akar tanaman padi pada konsentrasi 125 – 200 mg l⁻¹ (1,42 – 2,27 mM l⁻¹), asam asetat pada kadar 150 300 mg l⁻¹ (2,5 – 5,0 mM l⁻¹) dan pertumbuhan tanaman relatif baik pada kadar asam asetat kurang dari 100 mg l⁻¹ (1,67 mM l⁻¹). Untuk asam suksinat sampai kadar 400 mg l⁻¹ (3,39 mM l⁻¹) akar tanaman padi masih dapat berkembang, namun mulai terhambat pada kadar 300 mg l⁻¹ (2,54 mM l⁻¹), sedangkan untuk asam propionat mulai menghambat pertumbuhan akar tanaman padi pada konsentrasi 100 mg l⁻¹ (1,35 mM l⁻¹). Selanjutnya Prasetyo (1997) berpendapat bahwa pada konsentrasi asam karboksilat murni dengan kadar kecil dari 50 mg l⁻¹ tanaman padi umur 2 minggu masih dapat beradaptasi.

Lebih lanjut Prasetyo (1996) melaporkan bahwa, pertumbuhan akar tanaman padi dalam larutan asam fenolat murni sampai 50 mg l⁻¹ masih lebih panjang daripada tanpa penggunaan larutan asam fenolat. Pertumbuhan akar tanaman relatif baik bila kadarnya kurang dari 50 mg l⁻¹ (0,31 mM l⁻¹). Pertumbuhan akar tanaman padi umur 2 minggu akan terhambat oleh asam p-kumarat dan asam vanilat bila kadarnya sekitar 100 mg l⁻¹. Di lain pihak, Ponnampurna (1978) menyatakan bahwa, keracunan asam organik pada tanaman padi tidak mungkin terjadi pada tanah dengan pH mendekati netral. Sebelumnya Takijima dan

Sakuma (1961 dalam Situmorang dan Sudadi, 2001) mengemukakan bahwa berdasarkan kinetik, pembentukan AO dalam larutan dengan waktu yang singkat setelah penggenangan, hanya sedikit mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi.

Supriyadi (2003) serta Gusnidar dan Prasetyo (2008) melaporkan bahwa, titonia mengandung 2,1-3,43 % N; 0,31 % P; 38,5-47,89 % C-total; 9,8 % lignin; 3,3 % polifenol; 2,1-4,16 % K; 1,14-1,30 % Ca; 0,60-0,78 % Mg. Nisbah C/N dan C/P masing-masing 19 dan 128. Lebih lanjut Supriyadi (2003) menemukan AO dalam titonia antara lain 32 mg kg⁻¹ asam sitrat, 11 mgkg⁻¹ asam oksalat, 48 mgkg⁻¹ asam suksinat, 17 mgkg⁻¹ asam asetat, 75 mg kg⁻¹ asam malat, 49 mgkg⁻¹ asam butirat, 31 mgkg⁻¹ asam propionat, 20 mgkg⁻¹ asam phtalat, dan 69 mgkg⁻¹; asam benzoat. Jenis AO dari dekomposisi titonia tersebut berpotensi untuk meningkatkan kelarutan P. Pada kondisi anaerob seperti pada tanah sawah apakah pemberian titonia akan menghasilkan AO dalam konsentrasi yang lebih tinggi dan berpotensi meracun serta menghambat pertumbuhan bibit padi belum dilaporkan, sehingga perlu dipelajari dalam suatu penelitian.

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan cara pemberian titonia yang tepat serta hubungannya dengan kadar asam-asam organik tanah sawah.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian dan Laboratorium Fisika Kimia Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang. Percobaan berlangsung sejak Januari sampai Agustus 2005. Contoh tanah komposit pada kedalaman 0 – 20 cm diambil di persawahan yang ditanami secara intensif di Kenagarian Sicincin, Kecamatan 2 x 11 Enam Lingsung, Kabupaten Padang Pariaman. Biomasa titonia diambil di lokasi yang sama, dengan cara memangkas 50 cm dari pucuknya. Beberapa bahan kimia murni digunakan untuk analisis tanah, titonia dan asam-asam organik. Percobaan terdiri dari 3 seri cara pemberian titonia yaitu; A₁ = Disebar di atas tanah, langsung digenangi; A₂ = Disebar di atas tanah 3 minggu,

Tabel 1. Hasil analisis titonia yang digunakan untuk penelitian

Parameter	Satuan	Nilai
Kadar air biomassa	(%)	400,00
Komposisi kimia		
N-total	(%)	3,43
P-total	(%)	0,31
K-total	(%)	4,16
C-total	(%)	47,89
Ca-total	(%)	1,14
Mg-total	(%)	0,78
Lignin	(%)	16,90
Selulosa	(%)	52,99
Asam-asam organik titonia segar		
- benzoat	(mg kg ⁻¹)	7,36
- propionat	(mg kg ⁻¹)	13,90
- sitrat	(mg kg ⁻¹)	118,75
- pro-katecuat	(mg kg ⁻¹)	182,26
Ratio C/N		13,96
Ratio C /P		154,50

Tabel 2. Ciri kimia tanah yang digunakan untuk penelitian

Jenis analisis	Nilai	Kriteria
Tekstur		
a. Pasir (%)	47,50	Lempung berdebu
b. Debu (%)	50,30	
c. Liat (%)	2,20	
pH H ₂ O (1 : 2)	6,03	Agak masam*
KCl (1 : 2)	5,46	
C-organik (%)	4,25	Tinggi*
N-total (%)	0,48	Tinggi*
KB (%)	31,75	Rendah*
Ratio C/N	8,85	Rendah**
P-tersedia (mg kg ⁻¹)	391,90	Sangat tinggi*
P-potensial (mg kg ⁻¹)	1230,29	Sangat tinggi**
Fe-dd (mg kg ⁻¹)	2,88	Rendah*
Mn-dd (mg kg ⁻¹)	12,47	Tinggi**
Ca-dd (me 100 g ⁻¹)	9,03	Sedang*
Mg-dd (me 100 g ⁻¹)	1,74	Sedang*
K-dd (me 100 g ⁻¹)	0,47	Sedang*
Na-dd (me 100 g ⁻¹)	1,00	Tinggi*
KTK (me 100 g ⁻¹)	38,55	Tinggi*

*) Sumber kriteria, Team 4 Architects and Consulting Engineers bekerjasama dengan Faperta Unand (1983)

***) Sumber kriteria, Hardjowigeno (2003)

digenangi; A₃ = Disebar dan diinkubasi kapasitas lapang 3 minggu, digenangi. Masing-masing seri diberi 5 dosis titonia (0,000; 1,250; 2,500; 3,750 ; dan 5,000) g setara titonia kering kg⁻¹ tanah. Konversi berat kering keberat segar dihitung berdasarkan KKA titonia = 5. Kualitas titonia yang digunakan seperti pada Tabel 1, dan ciri kimia tanah pada Tabel 2.

Sebanyak 45 pot percobaan disiapkan dan diisi setara 1 kg tanah kering mutlak (TKM). Selanjutnya titonia dicincang sekitar 1 – 3 cm, kemudian tanah tersebut diberi titonia sesuai dengan perlakuan dan digenangi dengan cara yang telah ditetapkan. Penggenangan dilakukan setinggi 5 cm dan dipertahankan selama percobaan dengan jalan menambah

kekurangan tinggi air setiap hari. Pengamatan tanah dilakukan pada 6, 9, dan 12 minggu setelah perlakuan (MSP). Sebelum sampel tanah diambil, tanah diaduk, kemudian dibiarkan 15 menit. Kemudian diambil sampel tanah sebanyak 50 g, diletakkan di atas selembar kain kasa. Air yang terbawa bersama tanah diperas dan ditampung untuk dianalisis AO. Prosedur analisis AO tersebut disajikan berikut ini.

Persiapan fase gerak (Eluent)

Aquabides disaring dengan kertas saring selulose nitrat 0,45 μm ; diameter 47 mm dengan bantuan pompa vakum. Methanol disaring dengan Whatman Membrane filters PTFE ukuran pori (pore size) 0,5 μm dengan bantuan pompa vakum. Selanjutnya aquabides dan methanol dicampur dan digesing dengan Ultrasonic Bath selama 30 menit pada suhu 25°C.

Preparasi larutan standar (Supriyadi, 2003)

Larutan standar dibuat dengan melarutkan asam organik murni (> 96 %); yaitu asam benzoat, phtalat, suksinat, galat, salisilat, malat, oksalat, sitrat, pro katecuat, vanilat, p-kumarat, dan lain-lain dalam aquabides (air bebas ion) yang telah di saring dengan filter selulose nitrat, pH akhir larutan standar diatur menjadi 4,5 dengan penambahan NaOH 0,1 N. Masing-masing standar dibuat dengan konsentrasi 50 ppm (tergantung penampilan peak yang muncul).

Persiapan analisis asam-asam organik

Tanah dan air atau ekstrak tanaman dimasukkan ke dalam tabung sentrifus, dikocok selama 1 jam, selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42. Hasil saringan disentrifus dengan kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit. Kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42 (Prasetyo, 1996). Hasil saringan sampel disimpan dalam kulkas/lemari pendingin untuk mencegah terjadinya perubahan atau degradasi asam-asam organik.

Untuk dapat diinjeksi ke HPLC, baik standard, maupun sampel disaring dengan Whatman *Membrane filters* PTFE (*Polypropylene backed*) ukuran pori (pore size) 0,2 μm diameter 13 mm.

Analisis asam-asam organik

Konsentrasi asam organik dalam ekstrak bahan organik atau tanah, diukur dengan Khromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) atau *High Performance Liquid Chromatographi (HPLC)* Shimadzu model pompa tunggal, detector UV 254, dengan lampu D2 pada panjang gelombang 228 nm. Kolom untuk analisis adalah Sin-Pack CLC-ODS (m) panjang 25 mm, diameter 6,0 mm seri PN. 228-17873-92. Pada saat alat dioperasikan, temperatur ruangan 20°C, fase gerak methanol dan aquabides (perbandingan 3 : 7) dengan kecepatan alir (*flow rate*) 0,5 ml menit⁻¹.

Ekstrak sampel yang akan diukur dengan HPLC dipipet sebanyak 1 ml, diencerkan dengan fase gerak menjadi 5 ml. Kemudian diambil 0,2 ml dengan menggunakan alat injeksi (springe) dan diinjeksikan ke HPLC. Identifikasi jenis asam dan konsentrasinya dilakukan dengan membandingkan waktu retensi (time retention) dengan luas area grafik larutan standar dengan ekstrak contoh (Yuwono, Mulja, dan Indrayanto, 1999; Supriyadi, 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis AO pada tanah sawah yang diberi titonia segar dan langsung digenangi disajikan pada Tabel 3, yang disebar di atas tanah selama 3 minggu kemudian digenangi pada Tabel 4, sedangkan yang diberi air sampai kapasitas lapang 3 minggu, kemudian digenangi, pada Tabel 5, sedang total asam fenolat dan karboksilat pada ketiga perlakuan tersebut disajikan pada Gambar 1, dan Gambar 2.

Asam-asam fenolat terdeteksi pada 9 dan 12 minggu setelah perlakuan (MSP), yaitu asam prokatecuat, vanilat dan p-kumarat. Asam-asam tersebut berpotensi menjadi racun (allelopati) bagi tanaman pada konsentrasi lebih besar dari 100 mg l⁻¹. Dilain pihak asam-asam karboksilat terdeteksi pada 6, 9, dan 12 MSP, yang terdiri dari asam asetat, benzoat, galat, malat, propionat, salisilat, sitrat, suksinat, dan tartarat. Asam-asam ini sangat berguna untuk melarutkan unsur-unsur yang terikat di dalam tanah, terutama sekali P.

Tabel 3. Kadar asam-asam karboksilat dan fenolat pada tanah sawah Sicincin yang diberi titonia, langsung digenangi (mg l^{-1})

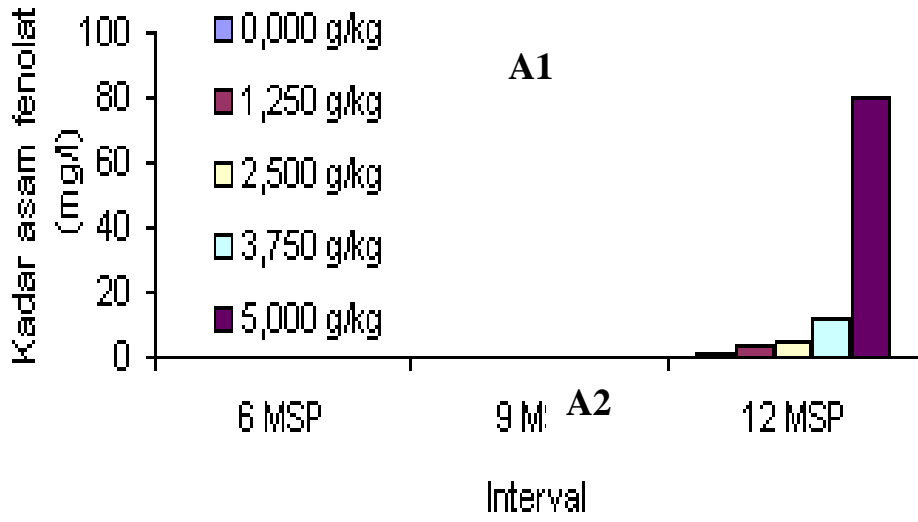
Jenis AO	Dosis titonia (g kg^{-1} tanah)				
	0,000	1,250	2,500	3,750	5,000
6 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
asetat	-	-	-	-	-
benzoat	-	-	-	-	-
galat	-	137,91	-	-	-
malat	-	-	270,93	313,28	213,22
salisilat	-	-	-	-	-
sitrat	13,28	112,09	114,54	93,60	136,99
tartarat	226,69	-	-	-	-
Total	239,97	250,00	385,47	406,64	350,21
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatecuat	-	-	-	-	-
vanilat	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
9 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
asetat	-	-	40,39	125,24	-
benzoat	-	59,92	-	-	-
galat	-	-	-	-	-
malat	-	-	-	-	-
salisilat	-	-	-	-	-
sitrat	46,53	-	-	-	-
tartarat	-	-	-	-	-
Total	46,53	59,92	40,39	125,24	-
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatecuat	-	-	-	-	-
vanilat	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
12 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
asetat	-	-	-	-	-
benzoat	-	-	-	1,54	3,22
galat	-	-	-	-	-
malat	424,24	471,42	-	469,38	321,69
salisilat	1,92	-	484,25	-	-
sitrat	-	-	3,74	1,97	39,18
tartarat	-	-	-	-	-
Total	426,16	471,42	487,99	472,89	364,09
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	1,33	3,43	4,23	-	-
prokatecuat	-	-	-	-	67,29
vanilat	-	-	-	11,29	13,12
Total	1,33	3,43	4,23	11,29	80,41

Tabel 4. Kadar asam-asam karboksilat dan fenolat pada tanah sawah Sicincin yang diberi titonia pada permukaan tanah 3 minggu, dan digenangi (mg l^{-1}).

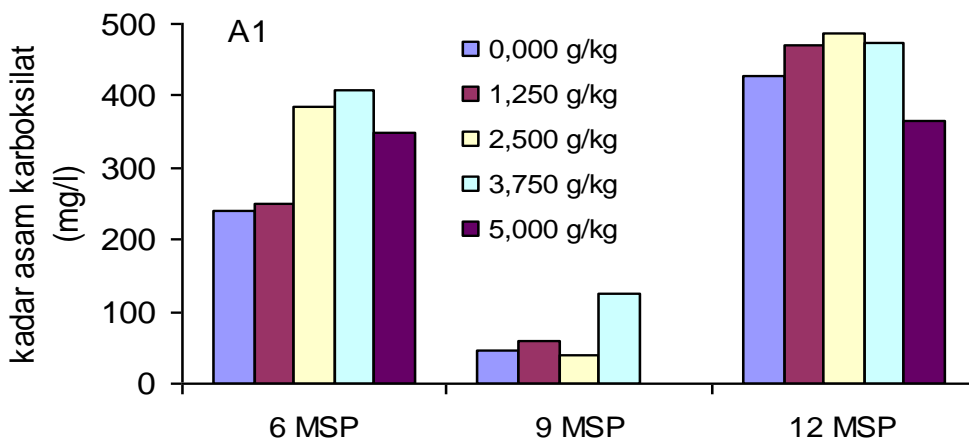
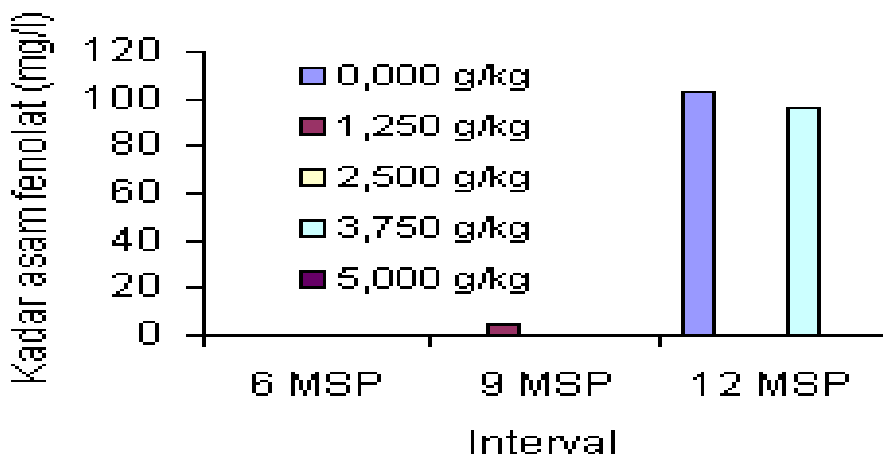
Jenis AO	Dosis titonia (g kg^{-1} tanah)				
	0,000	1,250	2,500	3,750	5,000
6 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
benzoat	-	-	-	-	-
galat	-	-	114,33	119,65	-
malat	243,36	232,13	-	-	144,19
propionat	-	-	-	-	-
sitrat	128,32	133,94	135,67	130,15	177,91
suksinat	-	-	-	-	-
Total	371,68	366,07	250,00	249,80	322,10
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatekuat	-	-	-	-	-
vanilat	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
9 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
benzoat	-	-	-	-	-
galat	-	185,91	127,73	127,71	143,08
malat	-	-	-	-	-
propionat	-	-	-	-	-
sitrat	-	4,21	114,43	126,86	108,05
suksinat	-	-	-	-	3,64
Total	-	190,12	242,16	254,57	254,77
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatekuat	-	-	-	-	-
vanilat	-	5,03	-	-	-
Total	-	5,03	-	-	-
12 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
benzoat	-	4,70	-	-	-
galat	-	-	-	-	-
malat	184,01	382,62	415,31	265,95	424,90
propionat	3,39	-	-	-	5,16
sitrat	103,11	53,99	39,86	57,78	32,39
suksinat	-	-	-	-	-
Total	290,51	441,31	455,17	323,73	462,45
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatekuat	102,99	-	-	80,05	-
vanilat	-	-	-	16,28	-
Total	102,99	-	-	96,33	-

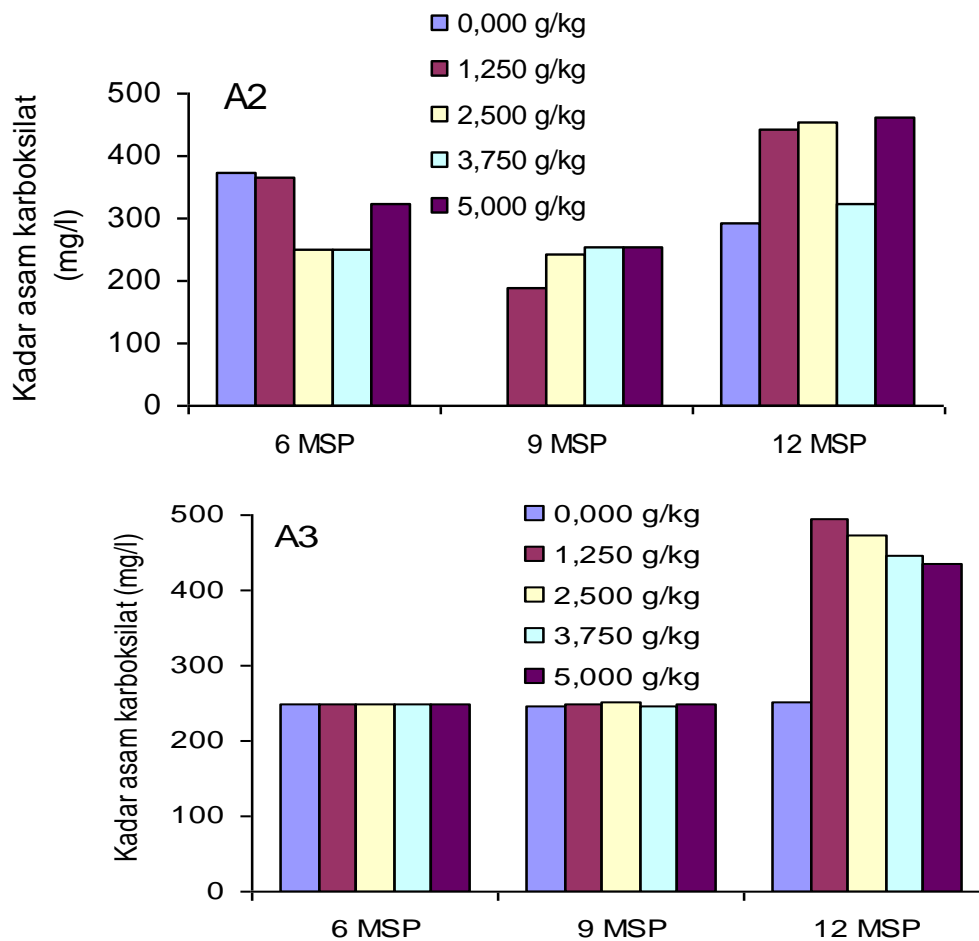
Tabel 5. Kadar asam-asam karboksilat dan fenolat pada tanah sawah Sicincin yang diinkubasi dengan titonia kapasitas lapang 3 minggu, dan digenangi (mg l^{-1})

Jenis AO	Dosis titonia (g kg^{-1} tanah)				
	0,000	1,250	2,500	3,750	5,000
6 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
benzoat	-	-	-	-	-
galat	164,66	120,39	169,22	187,71	183,70
malat	-	-	-	-	-
propionat	-	-	-	-	-
salisilat	-	-	-	-	-
sitrat	85,34	129,61	80,78	62,29	66,30
tartarat	-	-	-	-	-
Total	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatecuat	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
9 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
benzoat	-	-	-	-	4,00
galat	149,68	-	130,58	-	-
malat	-	-	-	-	-
propionat	-	-	-	-	-
salisilat	-	-	5,34	-	-
sitrat	66,19	248,70	83,18	40,38	95,39
tartarat	30,54	-	30,91	206,87	150,61
Total	246,41	248,70	250,01	247,25	250,00
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatecuat	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
12 MSP					
<u>Karboksilat</u>					
benzoat	-	1,04	-	-	-
galat	238,99	-	-	-	-
malat	10,41	489,51	448,22	392,97	370,21
propionat	-	-	-	3,62	3,69
salisilat	-	-	-	-	-
sitrat	2,57	4,21	24,60	49,90	61,21
tartarat	-	-	-	-	-
Total	251,97	494,76	472,82	446,49	435,11
<u>Fenolat</u>					
p-kumarat	-	-	-	-	-
prokatecuat	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-



A1





Gambar 2. Histogram total asam karboksilat pada tanah sawah Sicincin yang diberi titonia (A₁ = Langsung digenangi; A₂ = Disebar di atas tanah 3 minggu, digenangi; A₃ = Diinkubasi kapasitas lapang 3 minggu, digenangi)

Gambar 1 dan Gambar 2, menunjukkan bahwa kadar asam-asam karboksilat lebih tinggi dibandingkan asam-asam fenolat, bahkan asam fenolat tidak terdeteksi sama sekali pada perlakuan yang diinkubasi pada kapasitas lapang, kemudian digenangi (A₃). Kadar asam karboksilat yang lebih tinggi, dapat disebabkan oleh tingginya kandungan selulosa pada titonia yang digunakan yaitu sebesar 52,99 % dibandingkan lignin hanya sebesar 16,90 % (Tabel 1). Menurut Novriansyah, Sabiham, Rachim, dan Adjuwana (2000), kandungan asam-asam fenolat tanah erat kaitannya dengan lignin, sedangkan asam-asam karboksilat berkaitan dengan kandungan selulosa. Selulosa lebih cepat terombak dibandingkan lignin.

Dari kelompok karboksilat, yang banyak ditemukan dalam konsentrasi tinggi

pada perlakuan yang langsung digenangi (A₁) adalah asam salisilat (484,25 mg l⁻¹), malat (213,22 - 471,42 mg l⁻¹) pada pengamatan 12 MSP (Tabel 3), asam malat (184,01 - 424,90 mg l⁻¹) pada perlakuan A₂ (Dibiarkan 3 minggu di atas tanah, dan digenangi) pada pengamatan 12 MSP (Tabel 4). Pada perlakuan A₃ (diinkubasi kapasitas lapang 3 minggu, digenangi) konsentrasi asam tertinggi adalah asam tartarat (206,87 mg l⁻¹), galat 238,99mg l⁻¹, dan malat (370,21 - 489 mg l⁻¹) (Tabel 5). Dari konsentrasi asam karboksilat yang cukup tersebut diharapkan unsur P yang tertimbun dalam sawah intensifikasi akan terlarut dan tersedia bagi tanaman padi. Hal itu diharapkan akan mengurangi penggunaan pupuk P pada sawah intensifikasi.

Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2001) AO pada tanah anaerob terutama adalah asam alifatik yang mudah menguap (*volatile aliphatic acid*), seperti asam asetat, asam formiat, asam propionat. Bila tanah digenangi, kandungan asam-asam tersebut mula-mula meningkat ($10-40 \text{ mM l}^{-1}$) kemudian menurun hingga $< 1 \text{ mM l}^{-1}$ dalam beberapa minggu kemudian. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh sifat tanah, sifat dan kandungan bahan organik, serta suhu. Tanah berpasir dengan bahan organik tinggi menghasilkan banyak AO terutama pada suhu $< 20^\circ\text{C}$. Kadar AO akan lebih tinggi pada suhu rendah. Konsentrasi AO beberapa minggu setelah penggenangan akan menurun, akibat dekomposisi asam tersebut.

Pemberian *titonia* juga menghasilkan AO fenolat pada tanah sawah, tetapi dalam konsentrasi rendah yaitu berkisar antara $1,33 - 80,41 \text{ mg l}^{-1}$ pada 12 MSP untuk seri A₁ (*Titonia* disebar di atas tanah dan langsung digenangi) dan $96,33 - 102,99$ untuk seri A₂ (Tabel 3, dan 4 serta Gambar 1). Pada perlakuan yang diinkubasi pada kapasitas lapang selama 3 minggu, kemudian digenangi (A₃) keberadaan asam fenolat tidak terdeteksi (Tabel 5), karena asam fenolat yang terbentuk langsung teroksidasi. Dengan kata lain cara pemberian A₃ lebih aman, dari pada dua cara yang lain.

Disisi lain, nampaknya fenol baru terbentuk pada 12 MSP, karena lignin lebih lama terdekomposisi dari pada selulosa, sehingga pada 12 MSP tersebut lebih banyak melepaskan asam-asam fenolat. Menurut Rao (1994) dan Stevenson (1994) kandungan lignin yang tinggi akan menghambat proses mineraliasi, karena lignin merupakan polimer pada jaringan tanaman berkayu, sehingga jaringan tanaman menjadi keras dan sukar untuk dirombak oleh mikroorganisme tanah. Akibatnya senyawa ini banyak terakumulasi dalam tanah dan merupakan komponen BO utama dalam pembentukan asam-asam fenolat melalui proses biodegradasi. Pada Tabel 1, *titonia* mengandung lignin yang rendah (16,90 %). Oleh karena itu, proses dekomposisi akan berjalan lancar.

Titonia juga mengandung selulosa sebesar 52,99 % (Tabel 1). Selulosa

merupakan komponen penyusun BO yang mudah lapuk karena merupakan bagian dari karbohidrat. Karbohidrat adalah penyusun utama jaringan tumbuhan. Selulosa lebih mudah lapuk dibandingkan dengan lignin. Urutan kecepatan melapuk dari komponen penyusun BO adalah sebagai berikut: protein $>$ hemiselulosa $>$ selulosa $>$ lignin. Dekomposisi bahan organik yang mengandung selulosa terutama dalam keadaan anaerob akan menghasilkan asam-asam karboksilat seperti asam asetat, asam butirat, asam propionat dan asam sitrat (Watanabe dan Roger 1985).

Dari hasil analisis asam-asam fenolat (Tabel 3, 4, dan 5), serta Gambar 1 dan 2, ternyata cara pemberian *titonia* tersebut hanya menghasilkan asam fenolat paling tinggi sekitar 100 mg l^{-1} (A₂). Prasetyo (1996) melaporkan bahwa asam-asam fenolat yang meracuni tanaman padi bila konsentrasi $> 100 \text{ mg l}^{-1}$. Oleh karena itu, cara pemberian *titonia* yang diaduk dengan tanah selama 3 minggu pada kapasitas lapang adalah cara yang terbaik dalam memperoleh asam-asam organik yang bermanfaat dan diharapkan dapat melarutkan unsur hara sehingga akan memperbaiki pertumbuhan tanaman padi. Harapan ini dapat disokong dengan hasil penelitian Naim (1982) pemberian air untuk pertumbuhan, perkembangan akar, serapan hara dan produksi yang lebih tinggi tanaman padi cukup diberi air sampai kapasitas lapang. Kasim (2004) juga menyarankan bahwa pemberian air selama pertumbuhan vegetatif tanaman padi cukup dalam kondisi lembab, agar perakaran tanaman mudah mengambil oksigen dan mempercepat serta memperbanyak pertumbuhan anakan, serta produksi dapat ditingkatkan.

KESIMPULAN

Dalam pemanfaatan *titonia* sebagai pupuk alternatif untuk padi sawah, cara pemberian yang tepat berbagai dosis *titonia* dengan tanah sawah adalah diaduk dan diinkubasi dengan tanah pada kapasitas lapang selama 3 minggu, kemudian digenangi. Dekomposisi *titonia* pada tanah sawah dengan perlakuan tersebut menghasilkan asam-asam organik karboksilat seperti asam galat, sitrat, tartarat, malat, dan benzoat.

Asam karboksilat yang dominan terdeteksi adalah asam malat (184-489 mg^l⁻¹), dan asam fenolat tidak terdeteksi sama sekali.

in soil of plant residues. *Soil Sci.* 111- 1318.

DAFTAR PUSTAKA

- Gusnidar, dan T. B. Prasetyo. 2008. Pemanfaatan *Tithonia diversifolia* pada tanah sawah yang dipupuk P secara starter terhadap produksi serta serapan hara N, P, dan K tanaman padi. *J. Tanah. Trop.*, vol. 13. 3: 209-216.
- Hardjowigeno, Sarwono dan M. Luthfi Rayes. 2001. Tanah Sawah. Program Pascasarjana IPB. Bogor. 155 halaman.
- Hardjowigeno, Sarwono. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. 286 halaman.
- Kasim, M. 2004. Manajemen penggunaan air: Meminimalkan penggunaan air untuk meningkatkan produksi padi sawah melalui sistim intensifikasi padi (The System of Rice Intensification- SRI). Pidato pengukuhan sebagai guru besar tetap bidang ilmu Fisiologi Tumbuhan, pada Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. 42 halaman.
- Naim, T. 1982. Pengaruh pemberian Silikon pada tiga kelengasan tanah terhadap pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa* L). Tesis Magister, Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor. 101 halaman.
- Novriansyah, H., S. Sabiham., Rachim dan H. Adjuwana. 2000. Studi kandungan asam-asam fenolat pada tanah gambut Kalimantan Tengah. *J. Tanah. Trop.*, vol. 2. 11:69-73.
- Patrick, Z. A. 1971. Phytotoxic substances associated with the decomposition
- Ponnamperuma, F. N. 1978. Electrochemical changes in submerged soils and the growth of rice. *In. Soil and Rice.* IRRI. Los Banos. Laguna Phillipines. Halaman 421-439.
- Prasetyo, T. B. 1996. Perilaku asam-asam organik meracun paa tanah gambut yang diberi garam Na dan beberapa unsur mikro dalam kaitannya dengan hasil padi. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana, IPB. Bogor. 190 halaman.
- Prasetyo, T. B. 1997. Studi asam-asam fenolat pada tanah gambut yang diberi garam Na dan unsur mikro Cu dalam kaitannya dengan hasil padi. Makalah seminar bulanan. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unand. Padang. 16 halaman.
- Situmorang, R., dan Untung Sudadi. 2001. Tanah sawah. Bahan kuliah S1. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. 105 halaman.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. 2nd. Ed. John Wiley and Sons, N. Y. 496 halaman.
- Subba Rao, N. S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Terjemahan oleh Susilo, Herawati. Edisi Kedua. UI Press. Jakarta. 353 halaman.
- Supriyadi. 2003. Studi penggunaan biomassa *Tithonia diversifolia* dan *Tephrosia candida* untuk perbaikan P dan hasil jagung (*Zea mays*) di Andisol. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Unibraw. Malang. 172 halaman.
- Tan, K. H. 1986. Degradasi mineral tanah oleh asam organik. *Dalam* Huang, P. M. dan M. Schnitzer (ed). 1997. Interaksi mineral tanah

dengan organik alami dan mikroba.
Terjemahan oleh Goenadi, D.
Gadjah Mada University Press.
Yogyakarta. Halaman 1-40.

Tan, K. H. 2003. *Humic Matter in Soil and Environment*. Marcel Dekker, Inc. N. Y. 386 halaman.

Team 4 Architects and consulting Engineers, bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 1983. *Survey tanah dan kesesuaian lahan Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 101 halaman.

Tsutsuki, K. 1984. *Volatile products and low molecular weight phenolic products of the anaerobic decomposition of organic matter*. *In Organic Matter and Rice*. IRRI. Los Banos, Phillipines. Halaman 329-344.

Watanabe, I., dan P. A. Roger. 1985. *Ecology of flooded rice fields*. *In Wetland Soil., characterization, classification, and utilization*. IRRI. Los Banos. Laguna. Manila. Phillipines. Halaman 229-246.

Yuwono, M., M. Mulja., dan G. Indrayanto. 1999. *HPLC*. Unit Layanan Konsultasi dan kerjasama Penelitian, Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Surabaya. 65 halaman.