

EFEKTIFITAS UREA BERLAPIS ARANG AKTIF YANG DIPERKAYA MIKROBA UNTUK MENURUNKAN RESIDU ALDRIN DAN DIELDRIN DI LAHAN SAYURAN

EFFECTIVENESS OF UREA COATED BY ACTIVATED CARBON AND ENRICHED BY MICROBE TO DECREASE ALDRIN AND DIELDRIN RESIDUES IN VEGETABLE LAND

Sri Wahyuni¹⁾, Indratin²⁾, dan Elisabeth Srihayu Harsanti³⁾

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian,

Jalan Jakenan-Jaken, Pati

Email: ¹⁾swahuni@gmail.com; ²⁾eharsanti@gmail.com; ³⁾indratin_balingtan@yahoo.com

Diterima Agustus 2014, diterima setelah perbaikan Januari 2015

Disetujui untuk diterbitkan Februari 2015

Abstrak: Hama penyakit yang ada di sayuran lebih tinggi dibandingkan dengan ditanaman padi, sehingga intensitas penggunaan pestisida pada sayuran lebih tinggi dibandingkan tanaman padi. Residu senyawa POPs masih ditemukan di lahan sayuran, padahal senyawa ini sudah tidak digunakan lagi oleh petani dan dilarang oleh pemerintah. Residu ini dapat lama tinggal di dalam tanah dan sulit untuk tergradasi. Dengan pengkayaan mikroba diharapkan dapat mempercepat degradasi residu POPs. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jakenan dari bulan Februari 2012 hingga September 2012. Mikroba konsorsia diperoleh dari hasil isolasi tanah idegenus di Laboratorium Mikrobiologi LIPI Cibinong. Tanah untuk media tanam berasal dari Desa Sukamakmur Kecamatan Kajoran Kabupaten Magelang. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) 3 ulangan 6 perlakuan pupuk [(kontrol, urea prill, urea arang aktif tongkol jagung (UAATJ), urea arang aktif tempurung kalapa (UAATK), urea arang aktif tongkol jagung+mikroba (UAATJM), urea arang aktif tempurung kalapa+mikroba (UAATKM)]. Tanaman yang digunakan adalah sawi hijau. Analisa residu insektisida dilakukan di laboratorium Balingtan di Bogor. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh teknologi pupuk urea arang aktif yang diperkaya dengan mikroba POPs yang dapat menurunkan residu insektisida aldrin dan dieldrin. Hasil penelitian Urea berlapis arang aktif dari tongkol jagung yang diperkaya dengan mikroba (UAATJM) pada lahan sayuran (sawi) dapat menurunkan residu pestisida aldrin dan dieldrin masing-masing sebesar 49.3% dan 55.6%. Hal ini diduga peran mikroba pendegradasi yang efektif karena arang aktif disukai sebagai rumah bagi mikroba.

Kata kunci: Arang aktif, mikroba, penurunan residu, dan lahan sayuran.

Abstract: Pest in vegetables is higher than rice plant, so the intensity of pesticide use on vegetables is higher than the rice plant. POPs residues are still found in land vegetables, but these compounds are no longer used by farmers and banned by the government. This residue can stay in the soil longer and harder for degraded. With microbial enrichment is expected to accelerate the degradation of POPs residues. Research conducted at the Experiment Jakenan from February 2012 to September 2012. Microbial consortia obtained from soil isolation indigenus in Cibinong LIPI Microbiology Laboratory. Soil for the planting medium from the village of Magelang regency Kajoran Sukamakmur District. Research using randomized complete block design (RAK) 3 replications 6 fertilizer treatments [(control, prill urea, urea activated carbon maize cobs (UAATJ), urea Kalapa shell activated carbon (UAATK), urea activated carbon maize cobs+microbes (UAATJM), urea Kalapa shell activated carbon+microbes (UAATKM)]. plants used were mustard green. insecticide residue analysis carried out in the laboratory in Bogor Balingtan. purpose of this study was to obtain urea fertilizer technology activated carbon enriched with microbes that can decrease POPs residues insecticides aldrin and dieldrin. Results of research urea coated activated carbon from corn cobs are enriched with microbes (UAATJM) on land vegetables (mustard greens) can decrease pesticide residues of aldrin and dieldrin, respectively 49.3% and 55.6%. This is presumably due to the role of microbes degrading effective as activated carbon as the preferred home for microbes.

Keywords: Activated carbon, microbes, decrease residue, and vegetable land.

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida mempunyai kontribusi paling besar terhadap peningkatan produksi pertanian sejak tahun 1970. Jumlah pestisida yang beredar di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Pada tahun 2006 terdaftar sebanyak 1336 formulasi, 2008 jumlah pestisida yang beredar sebanyak 1702 formulasi, 2010 sebanyak 2048 formulasi, 2011 sebanyak 2247 formulasi, atau rata-rata terjadi kenaikan jumlah pestisida sebanyak 13% per tahun (Kompes, 2006; PPI, 2008; PPI, 2010; 2011). Insektisida menduduki peringkat terbanyak (887 merek dagang), disusul kemudian herbisida (656 merek dagang) dan fungisida (387 merek dagang) (PPI, 2011). Menurut data Komisi Pestisida (2006) dan PPI tahun (2011) bahwa penggunaan pestisida saat ini semakin intensif dan cenderung tidak terkontrol. Selanjutnya penggunaan pestisida yang tidak terkontrol akan berakibat terhadap agroekologi pertanian dan kesehatan manusia sebagai konsumen menjadi terabaikan.

Arang aktif adalah alkali lemah yang mempunyai kemampuan menyerap air dan menahan udara, sedangkan arang aktif yang mengandung abu tinggi merupakan alkali kuat (pH: 9-10) dan mempunyai luas permukaan yang besar (Ogawa, 1994). Arang aktif yang dicampurkan ke dalam asam atau ke dalam tanah dengan akumulasi garam, maka tanah akan ternetralisir dan mendekati netral dan meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, akan tetapi jika jumlah arang aktif terlalu banyak (1500 g/m^2) maka tanah akan menjadi alkali yang dapat merusak pertumbuhan tanaman pangan. Pada tanah netral sampai alkali seperti tanah abu vulkanik dan batu kapur (*limestone*), arang aktif tidak mempengaruhi nilai pH (Ogawa, 1994). Arang aktif tempurung kelapa efektif meningkatkan sifat fisik tanah. Pada tanah berlempung, arang aktif tempurung kelapa dapat membantu menurunkan kekerasan tanah dan kemampuan pengikatan air menjadi lebih tinggi. Hal ini akan dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Ogawa, 1994). Di dalam tanah, karbon aktif berperan sebagai *shelter* atau rumah untuk mikroorganisme. Pori-pori kecil pada karbon aktif digunakan sebagai tempat tinggal bakteri, sedangkan pori besar dan retakan (*cracks*) digunakan sebagai tempat berkumpul (Ogawa, 1994).

Penggunaan arang aktif di lahan sawah dapat meningkatkan jumlah bakteri di dalam tanah terutama di sekitar akar tanaman. Hasil penelitian Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balangan) menunjukkan bahwa dengan adanya arang aktif populasi bakteri *Azospirillum*, sp; *Azotobacter*, sp; *Bacillus* sp; *Chromobacterium*, sp; *Pseudomonas*, sp. hal ini menunjukkan bahwa arang aktif dapat menjadi media pertumbuhan mikroba dengan baik (Wahyuni *et al.*, 2011)

Persistent organic pollutants (POPs) adalah senyawa organik yang tahan terhadap fotolitik, degradasi biologis maupun kimia. POPs biasanya mengandung senyawa halogen dan mempunyai sifat kelarutan rendah di dalam air, dan kelarutan yang tinggi di dalam lipid. POPs terakumulasi di dalam jaringan lemak. POPs diketahui tahan lama berada di lingkungan dan mempunyai efek jangka panjang terhadap sistem imun, hormon, dan reproduksi manusia. Pestisida jenis organoklorin adalah identik dengan POPs, karena terdapat gugus halogen pada senyawanya. Jenis organoklorin tersebut adalah *aldrin*, *hexachlorobenzene*, *chlordane*, *mirex*, *dieldrin*, *toxaphene*, DDT, *dioxin*, *endrin*, *furans*, *heptachlor* dan PCBs. UNEP (*United Nations Environment Programme*) menaruh prioritas besar pada 12 jenis POPs tersebut untuk diidentifikasi keberadaannya di lingkungan. Hasil penelitian UNESCO (1991) menunjukkan bahwa hampir di semua sampel tanah, air, dan tanaman terdeteksi kandungan residu organoklorin seperti *aldrin*, *dieldrin*, DDT, heptaklor dan lindan. Pestisida dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, dan pencemaran lingkungan. Salah satu dampak dari penggunaan pestisida adalah tertinggalnya pestisida di komoditas pertanian dan di lingkungan atau yang lebih dikenal dengan istilah residu pestisida. Menurut Winarno (1987) bahwa bahan pangan yang tercemar pestisida dicurigai menyebabkan leukimia, aplastikanemia, alergi dan asma. Badan Perlindungan Lingkungan Amerika (EPA) melaporkan bahwa berbasis volume yang digunakan, 60% herbisida, 90% fungisida dan 30% dari semua insektisida mempunyai potensi sebagai karsinogen; EPA menganggap bahwa tidak ada aras aman untuk karsinogen (Short, 1994).

Senyawa POPs mempunyai sifat toksik pada manusia dan hewan, menyebabkan kanker, mutasi genetik, merusak kekebalan dan sistem

endokrin, persisten di lingkungan (Harrad, 2010). Aldrin ($C_{12}H_8Cl_6$) adalah salah satu insektisida golongan POPs yang digunakan untuk membasmi serangga-serangga yang hidup didalam tanah dengan bentuk formulasi butiran maupun semprot lewat daun, insektisida ini dapat bertahan lama di dalam tanah. Senyawa ini diperdagangkan dengan nama altox, aldrex 30 EC, aldrex 40, Compound 118, drinox, octalox (Barbalace, 2011)

Dieldrin ($C_{14}H_9Cl_5$), biasa digunakan sebagai perlakuan benih, perlakuan tanah, dan disinfektan. Dieldrin beracun terhadap organisma

berdarah panas, misalnya untuk membasmi tikus, senyawa ini mudah terserap melalui saluran pernafasan, saluran pencernaan, dan kulit. Gejala dari keracunan dieldrin adalah berkurangnya bobot, hilangnya selera dan kejang, pada kasus akut dapat mengakibatkan kematian. Senyawa ini diperdagangkan dengan nama: panoram D-31, alvit, dieldrex (IUPAC, 2011).

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh teknologi pupuk urea berlapis arang aktif yang diperkaya dengan mikroba pendegradasi insektisida POPs yang dapat menurunkan residu insektisida aldrin dan dieldrin.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Balingtan dari bulan Februari sampai dengan bulan September 2012. Mikroba yang digunakan untuk memperkaya urea arang aktif merupakan hasil isolasi dari tanah yang dipakai untuk media tanam sawi (tanah asal dari Desa Sukamakmur Kecamatan Kajoran, Kabupaten Magelang). Analisa residu POPs (aldrin dan dieldrin) dilaksanakan di Laboratorium Balingtan di Laladon, Bogor. Pengambilan tanah untuk media tanam diambil dari 10 titik, masing-masing titik diambil lima subtitik pada kedalaman 20 cm dan dikompositkan, sehingga total berjumlah 50 titik. Percobaan ini menggunakan pupuk urea berlapis arang aktif yang diperkaya bakteri pendegradasi sebagai materi utama yang dibuat sendiri. Mikroba pendegradasi merupakan mikroba konsorsia terseleksi pada percobaan laboratorium. Tanaman sayuran yang digunakan adalah sawi hijau dengan umur bibit 14 hari, dengan jarak tanam 25x25 cm.

Urea prill yang ada dipasaran dipakai untuk bahan utama pupuk N, pupuk tersebut dilapisi dengan arang aktif dengan perbandingan 80:20. Bakteri yang akan dipakai untuk memperkaya urea lapis arang aktif adalah bakteri yang diperoleh hasil seleksi yang didapatkan dari tanah yang digunakan untuk media tanam (*Rastonia picketii* dengan homologi 97%,

Burkholderia cepasia 100%, *Bacillus thuringiensis* 99%, *Stenotrophomonas maltophilia* 100%) dengan cara melakukan isolasi kemampuan bakteri dalam mendegradasi senyawa POPs.

Teknik pengkayaan arang aktif dengan bakteri pendegradasi dilakukan setelah perlakuan pelapisan urea dengan arang aktif dengan cara menyemprotkan suspensi bakteri ke permukaan arang aktif.

Bahan penelitian meliputi tempurung kelapa (*Cocos nucifera*) dan tongkol jagung (*Zea mays*), bahan kimia dan bahan pendukung yang diperlukan untuk memperlancar kegiatan penelitian di laboratorium dan lapang. Bahan kimia yang diperlukan untuk kegiatan analisis adalah standart insektisida *aldrin dan dieldrin*, aseton *grade for analysis*, n-heksan *grade for analysis*, diklorometan *grade for analysis*, natrium sulfat anhidrat, kalium hidroksida, dan *cellite 545*. Bahan lapang yang digunakan adalah bibit padi Ciherang umur 21 hari, urea prill, urea berlapis biochar, urea berlapis arang aktif, urea berlapis biochar yang diperkaya dengan mikroba, urea berlapis arang aktif yang diperkaya dengan mikroba, SP-36 dan KCl. Mikroba pendegradasi senyawa POPs berasal dari hasil penelitian pendahuluan yaitu hasil isolasi dari tanah indegenus yang akan digunakan untuk media tanam yang berasal dari Magelang.

ALAT PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan adalah pH meter, suhu tanah, botol semprot, rol meter, kromatografi gas Varian 450 GC yang dilengkapi

dengan detector ECD-*electron capture detector* dan Kolom *VF 5pesticide* untuk mendeteksi residu insektisida *hexachlorobenzene* dan *endrin*.

Alat soxhlet digunakan untuk mengekstrak tanah dan beras. Sedangkan untuk mengekstrak air digunakan corong pemisah. Penguap vakum berputar (*evaporator*-Buchi R-114) digunakan untuk memurnikan contoh dari larutan pengeksrak, sedangkan untuk memurnikan contoh dari pengganggu komponen analisis digunakan kolom kromatografi. Alat-alat gelas seperti gelas ukur, gelas piala, labu ukur, corong pisah, labu bundar dan pipet. Tungku aktivasi arang aktif digunakan untuk mengaktivasi arang tempurung kelapa dan tongkol jagung.

Percobaan lapang disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), 3 ulangan dan 6 perlakuan. Adapun perlakuan terdiri dari:

1. U0 = Kontrol (tanpa urea)
2. U1 = Urea prill
3. U2 = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung (UAATJ)
4. U3 = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa (UAATK)
5. U4 = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba (UAATJM)
6. U5 = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba (UAATKM)

Penelitian ini menggunakan pupuk urea berlapis arang aktif yang diperkaya bakteri konsorsia pendegradasi 4 senyawa POPs dengan menggunakan lysimeter. Mikroba konsorsia pendegradasi adalah hasil isolasi dari tanah yang dipakai dalam penelitian ini. Pupuk dasar yang digunakan adalah SP-36 dan KCl sesuai dengan dosis rekomendasi asal pengambilan tanah. Waktu pengamatan: 0, 2, 13, 23, dan 30 HST.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati untuk mengetahui kemampuan urea berlapis arang aktif untuk menurunkan residu insektisida POPs (aldrin dan dieldrin) antara lain: konsentrasi residu insektisida pada contoh tanah, air, dan tanaman.

Pengukuran residu insektisida POPs

Analisis penetapan residu insektisida aldrin dan dieldrin meliputi ekstraksi, *clean up*, analisis kromatografi. Prosedur ekstraksi dilakukan dengan menimbang 25 gram cuplikan (tanah yang telah dihaluskan), dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup basah, dan ditambahkan campuran aseton: diklormetana (50:50, v/v), dibiarkan selama satu malam untuk proses ekstraksi statis.

Hasil ekstraksi disaring dengan Buchner yang diberi celite. Pipet 25 ml fase organik ke dalam labu bulat, dipekatkan dalam rotavapor pada suhu tangas air 40°C sampai hampir kering dan dikeringkan dengan mengalirkan gas nitrogen sampai kering, diikuti dengan pembersihan (*clean up*). Residu dalam 5 mL dilarutkan dengan petroleum eter dan uapkan kembali hingga kering. Residu dilarutkan dalam 1,0 mL petroleum eter 40°C-60°C sehingga larutan mengandung 2,0 gram cuplikan analitik per mL.

Sebanyak 1,0 gram alumina berlapis perak nitrat dimasukkan kedalam kolom kromatograf yang telah diberi wol kaca, ditambahkan 1 mL ekstrak yang mengandung 2 gram cuplikan analitik per mL kedalam kolom dan dibilas bagian dalam dinding kolom dengan 1 mL eluen campuran. Elusi dengan 9 mL eluen campuran yang sama.

Eluat ditampung ke dalam tabung berskala dan pekatkan sampai 1 mL, dan residunya dilarutkan dalam 5 ml isooktana: toluena (90:10, v/v). Penetapan kadar residu dengan menyuntikan 1 µL ekstrak ke dalam kromatografi gas. Waktu tambat dan tinggi atau luas puncak kromatogram yang diperoleh dari larutan cuplikan dibandingkan dengan larutan baku pembanding. Nilai perolehan kembali >80 % dan batas penetapan 0,01-0,5 mg/kg.

Residu yang terdapat dalam contoh dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Residu} = K_s \times \frac{A_c \times V_{ic} \times V_{fc}}{A_s \times V_{is} \times B \times R}$$

Residu : Residu dalam contoh yang dianalisis (ppm)

K_s : Kadar standar ($\mu\text{g/mL}$ larutan),

A_c : Area puncak contoh (cm^2),

A_s : Area puncak standar (cm^2),

V_{ic} : Volume injeksi contoh (μL),

V_{is} : Volume injeksi standar (μL),

B : Volume ekstrak heksana-

eter (ml)

V_{fc} : Volume akhir supernatan (ml)

R : Recovery (%)

Data dianalisis dengan sidik ragam menggunakan program SAS (*Statistical Analysis System*) versi 9.1 (SAS Institute, 2004) dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (LSD) untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan.

PEMBAHASAN

Residu insektisida aldrin di air pada berbagai perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata pada 0, 2, 13, 23, 30 Hari Setelah Tanam (HST) menurut uji LSD pada taraf 5%, sedangkan residu insektisida aldrin di tanah pada berbagai perlakuan umur tanaman sawi 0, 13, 23, 30 HST menunjukkan perbedaan yang nyata, namun pada saat tanaman sawi umur 2 HST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, hal ini disajikan dalam tabel 1. Residu insektisida aldrin pada air pada umur 30 HST menunjukkan hasil residu terendah pada perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba (UAATJM) dan urea arang aktif tempurung

kelapa yang diperkaya mikroba (UAATKM), kemudian diikuti urea arang aktif tongkol jagung (UAATJ), urea arang aktif tempurung kelapa (UAATK), kontrol, dan urea pril, masing-masing sebesar 0.017; 0.017; 0.039; 0.072; 0.114; 0.124 ppm. Hal ini diduga arang aktif tongkol jagung dan tempurung kelapa disukai oleh mikroba sebagai rumahnya dan mempunyai daya serap iod yang lebih tinggi dibandingkan tanpa arang aktif. Urea berlapis arang aktif yang diperkaya mikroba mempunyai kemampuan menyerap dan memanfaatkan sumber karbon dari insektisida aldrin sebagai makanannya.

Tabel 1. Residu insektisida aldrin di air dan tanah pada 0, 2, 13, 23, 30 (HST) pada berbagai perlakuan pemupukan tanaman sawi tahun 2012.

Perlakuan	Residu insektisida Aldrin (ppm)									
	Air (HST)					Tanah (HST)				
	0	2	13	23	30	0	2	13	23	30
Kontrol	0.017 b	0.030 c	0.018 c	0.027 c	0.114 a	0.277 ab	0.141 a	0.128 b	0.104 a	0.083 ab
Urea pril	0.012 b	0.018 c	0.020 c	0.024 c	0.124 a	0.218 b	0.144 a	0.126 b	0.099 a	0.011 c
UAATJ	0.018 b	0.063 b	0.022 bc	0.044 b	0.039 c	0.265 ab	0.214 a	0.123 b	0.102 a	0.118 a
UAATK	0.013 b	0.054 b	0.015 c	0.041 b	0.072 b	0.349 a	0.179 a	0.138 b	0.106 a	0.106 a
UAATJM	0.037 a	0.067 b	0.027 ab	0.038 b	0.017 c	0.291 ab	0.175 a	0.147 ab	0.078 b	0.049 bc
UAATKM	0.039 a	0.097 a	0.029 a	0.051 a	0.017 c	0.239 ab	0.190 a	0.171 a	0.076 b	0.059 b

Angka dalam lajur diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%.

Aldrin dikenal sebagai insektisida yang memiliki persistensi yang tinggi, terutama dalam tanah dan air tanah. Dengan persistensi yang tinggi, pestisida ini mempunyai potensi untuk terakumulasi biologis (bioakumulasi) dalam tubuh makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tanaman. Penurunan residu insektisida aldrin dalam air tertinggi pada perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba (UAATJM) sebesar 49.3%, diikuti oleh

urea arang aktif tempurung kelapa yang diperkaya mikroba (UAATKM) sebesar 40.8%, urea arang aktif tempurung kelapa (UAATK) sebesar 18.4%, urea arang aktif tongkol jagung (UAATJ) sebesar 13.8%. Ini diduga arang aktif tongkol jagung disukai mikroba sebagai rumahnya dan mikroba tersebut memanfaatkan sumber karbon dari aldrin sebagai makanan untuk pertumbuhannya. Hal ini disajikan dalam tabel 2.

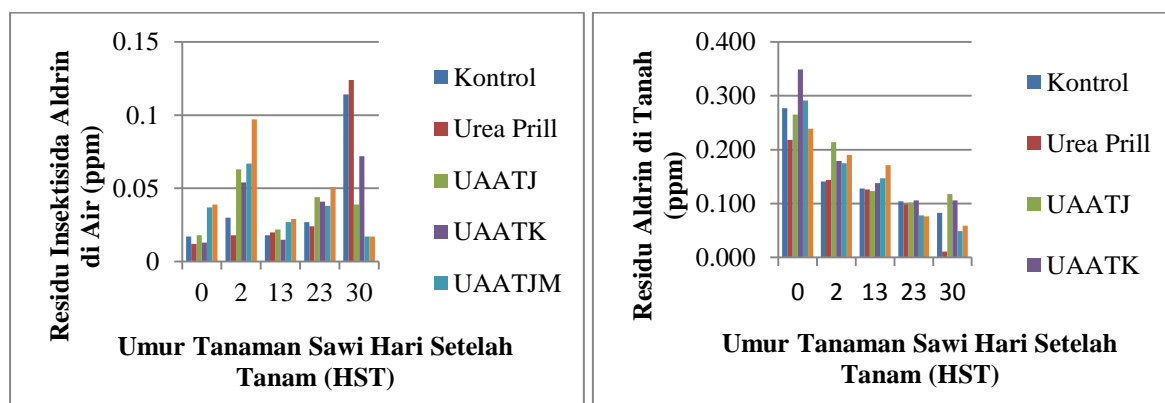
Tabel 2. Indeks penurunan dan penurunan residu insektisida aldrin sampai panen pada berbagai perlakuan pemupukan tanaman sawi, tahun 2012.

Perlakuan	Aldrin Awal		Aldrin Akhir			Indek Penurunan	Penurunan
	Tanah	Air	Tanah	Air	Tanaman		
	-----ppm-----					-----%-----	
Kontrol	0.277	0.017	0.083	0.114	0.018	26.9	0.0
Urea Prill	0.218	0.012	0.011	0.124	0.027	29.6	2.7
UAATJ	0.265	0.018	0.118	0.039	0.011	40.6	13.8
UAATK	0.349	0.013	0.106	0.072	0.02	45.3	18.4
UAATJM	0.291	0.037	0.049	0.017	0.012	76.2	49.3
UAATKM	0.239	0.039	0.059	0.017	0.014	67.6	40.8

Indek Penurunan = (A-B)/A*100 = Residu Awal - Residu Akhir/Residu awal x 100
 Penurunan = Indek Penurunan perlakuan-kontrol.

Penurunan residu aldrin di air dan tanah pada berbagai perlakuan pada tanaman sawi umur 0, 2, 13, 23, 30 (HST) di sajikan dalam gambar 1. Perlakuan kontrol dan urea prill menunjukkan adanya penambahan residu yang begitu signifikan, hal ini disebabkan pada perlakuan pemupukan tidak ada arang aktif dan mikroba yang dapat mendegradasi residu insektisida aldrin. Residu aldrin di tanah pada

perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba (UAATJM) dan urea arang aktif tempurung kelapa yang diperkaya mikroba (UAATKM) mengalami indek penurunan residu insektisida aldrin masing-masing sebesar 76.2% dan 67.6%. Urea arang aktif yang diperkaya mikroba mempunyai peranan dalam mendukung proses degradasi senyawa aldrin.



Gambar 1. Residu insektisida aldrin di air dan tanah berbagai perlakuan pada tanaman sawi.

Residu insektisida di aldrin di air pada berbagai perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata pada 0, 13, 23, 30 HST, sedangkan pada 2 HST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Residu insektisida di aldrin di tanah pada

berbagai perlakuan di 0, 2, 13, 23, 30 HST (panen) menunjukkan perbedaan yang nyata, menurut uji LSD pada taraf 5%, tersaji dalam tabel 3.

Tabel 3. Residu insektisida dieldrin di air dan tanah pada 0, 2, 13, 23, 30 (hst) pada berbagai perlakuan pemupukan tanaman sawi tahun 2012.

Perlakuan	Residu insektisida Dieldrin (ppm)									
	Air (HST)					Tanah (HST)				
	0	2	13	23	30	0	2	13	23	30
Kontrol	0.022 bc	0.023 a	0.018 c	0.026 b	0.092 a bcd	0.237	0.170 ab	0.135 bc	0.117 a	0.095 abc
Urea pril	0.019 bc	0.018 a	0.021 c	0.019 d	0.086 a	0.161 d	0.161 ab	0.142 a	0.116 a	0.038 c
UAATJ	0.011 c	0.029 a	0.012 d	0.021 cd	0.053 b	0.347 ab	0.198 ab	0.133 c	0.117 a	0.142 a
UAATK	0.024 bc	0.033 a	0.018 c	0.029 a	0.043 bc	0.387 a	0.220 a	0.139 ab	0.101 b	0.119 ab
UAATJM	0.061 a	0.046 a	0.035 a	0.024 bc	0.017 c	0.301 abc	0.132 b	0.132 bc	0.093 c	0.078 bc
UAATKM	0.038 ab	0.038 a	0.027 b	0.022 cd	0.014 c	0.212 cd	0.186 ab	0.136 bc	0.081 d	0.076 bc

Angka dalam lajur diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%.

Penurunan residu insektisida dieldrin pada berbagai perlakuan, penurunan tertinggi pada perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba (UAATJM) sebesar 55.6%, kemudian diikuti perlakuan urea arang aktif tempurung kelapa yang diperkaya mikroba (UAATKM) sebesar 45.8%. Hal ini disajikan

dalam tabel 4. Pada perlakuan urea prill mengalami peningkatan residu dibandingkan kontrol, hal ini diduga pada perlakuan urea pril tidak mampu menjerap residu insektisida dieldrin.

Tabel 4. Indeks penurunan dan penurunan residu insektisida dieldrin sampai panen pada berbagai perlakuan pemupukan tanaman sawi tahun 2012.

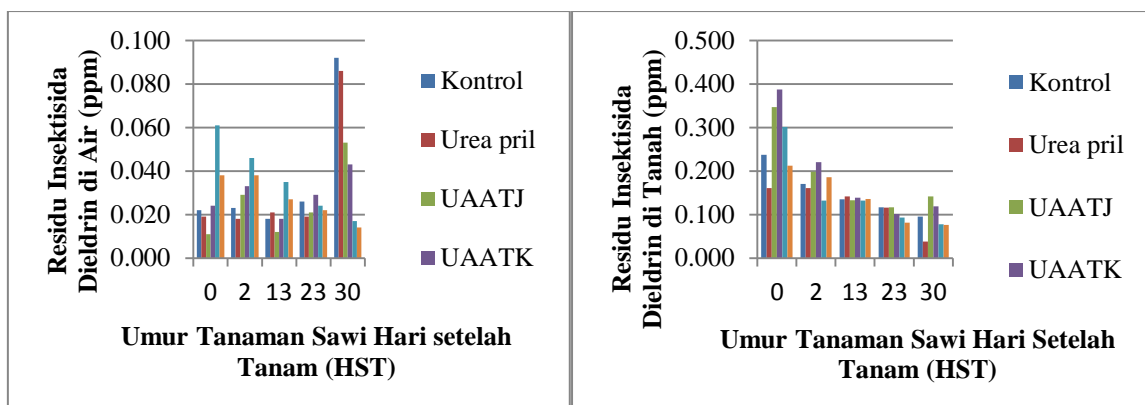
Perlakuan	Dieldrin Awal		Dieldrin Akhir			Indek Penurunan	Penurunan
	Tanah	Air	Tanah	Air	Tanaman		
	-----ppm-----						
Kontrol	0.237	0.022	0.095	0.092	0.027	17.4	0.0
Urea Prill	0.161	0.019	0.038	0.086	0.035	11.7	-5.7
UAATJ	0.347	0.011	0.142	0.053	0.019	40.2	22.8
UAATK	0.387	0.024	0.119	0.043	0.01	58.2	40.8
UAATJM	0.301	0.061	0.078	0.017	0.003	72.9	55.6
UAATKM	0.212	0.038	0.076	0.014	0.002	63.2	45.8

Indek Penurunan = $(A-B)/A \times 100 = \text{Residu Awal} - \text{Residu Akhir} / \text{Residu awal} \times 100$

Penurunan = Indek Penurunan perlakuan-kontrol.

Residu dieldrin di air dan tanah pada berbagai perlakuan pada tanaman sawi umur 0, 2, 13, 23, 30 (HST) di sajikan dalam gambar 2. Residu insektisida dieldrin di air pada perlakuan kontrol, urea prill, urea arang aktif tongkol jagung (UAATJ), urea arang aktif tempurung kelapa (UAATK) menunjukkan adanya penambahan residu yang begitu signifikan, hal ini disebabkan pada perlakuan pemupukan tidak terdapat penambahan mikroba yang dapat mendegradasi

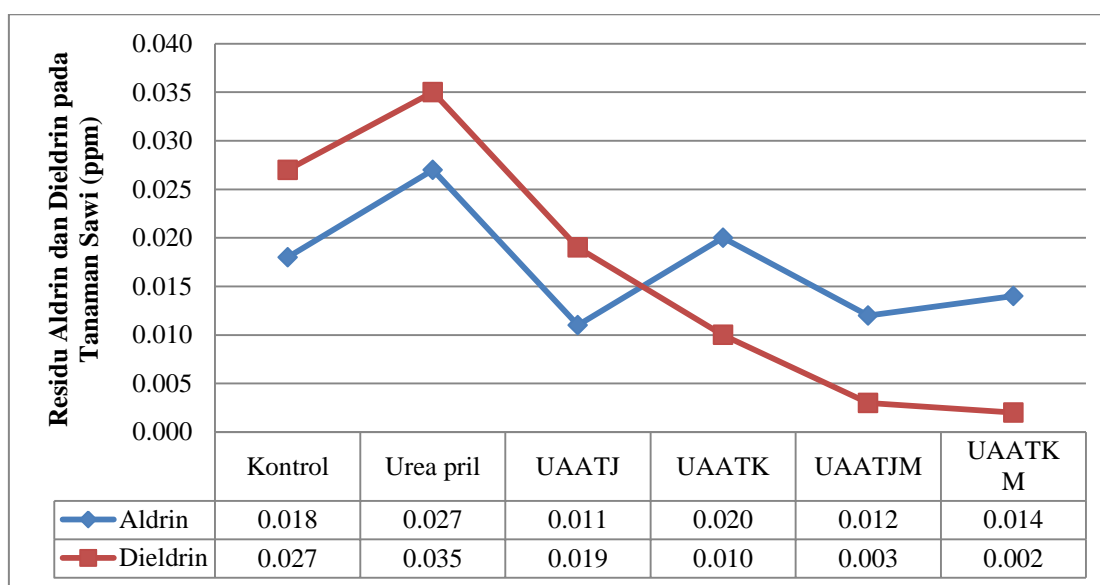
residu insektisida dieldrin. Pada perlakuan yang diperkaya mikroba residu insektisidanya mengalami penurunan baik di air maupun di tanah. Residu dieldrin di tanah pada perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba (UAATJM) dan urea arang aktif tempurung kelapa yang diperkaya mikroba (UAATKM) mengalami indek penurunan residu insektisida masing-masing sebesar 72.9% dan 63.2%.



Gambar 2. Residu insektisida dieldrin di air dan tanah berbagai perlakuan pada tanaman sawi.

Pestisida merupakan salah satu kontaminan organik yang berasal dari aktivitas manusia. Pestisida organoklorin (OK) adalah senyawa hidrokarbon terklorinasi antara lain: *aldrin* dan *dieldrin*. Pestisida ini dikenal sebagai insektisida yang memiliki persistensi yang tinggi, terutama dalam tanah. Dengan persistensi yang

tinggi, pestisida ini mempunyai potensi untuk terakumulasi biologis (bioakumulasi) dalam tubuh makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tanaman. Residu insektisida aldrin dan dieldrin pada tanaman sawi disajikan dalam gambar 3.



Gambar 3. Residu insektisida aldrin dan dieldrin pada tanaman sawi.

Residu aldrin maupun dieldrin di tanaman sawi sampai panen masih terdeteksi, sehingga membahayakan apabila sayuran ini dikonsumsi karena residunya tidak hilang. Perlakuan urea pril mengalami peningkatan dibandingkan dengan perlakuan lain, hal ini diduga pada perlakuan urea pril tidak dapat menjerap residu aldrin dan dieldrin, sehingga residu terserap oleh tanaman. Residu dieldrin

pada perlakuan urea arang aktif mengalami penurunan, dan paling efektif pada perlakuan urea arang aktif yang diperkaya mikroba pendegradasi senyawa POPs. Pada perlakuan urea arang aktif yang diperkaya mikroba diduga terjadi proses peruraian atau degradasi karena mikroba memanfaatkan sumber karbon dari dieldrin sebagai makanan untuk pertumbuhannya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian skala mikroplot dengan menggunakan lysimeter pada lahan sayuran sawi menunjukkan penurunan residu insektisida aldrin tertinggi pada perlakuan urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba konsorsia (UAATJM) yaitu sebesar 49,3%. Penurunan Residu insektisida dieldrin tertinggi pada lahan sayuran sawi pada perlakuan urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya dengan mikroba (UAATJM) sebesar 55,6%. Teknologi pupuk urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya dengan mikroba pendegradasi insektisida POPs mampu menurunkan residu aldrin hingga 49,3% dan dieldrin hingga 55,6% saat panen pada tanaman

sawi melalui proses degradasi oleh mikroba yang memanfaatkan arang aktif sebagai rumah tinggal dan menggunakan aldrin sebagai sumber karbon. Penggunaan arang aktif aktif tongkol jagung sebagai pelapis urea dan diperkaya dengan mikroba pendegradasi senyawa POPs merupakan teknologi yang paling efektif untuk penurunan residu aldrin dan dieldrin di lahan sayuran sawi. Penggunaan arang aktif tongkol jagung sebagai pelapis urea dan diperkaya mikroba pendegradasi senyawa POPs untuk meremediasi lahan sayuran merupakan salah satu alternatif pemanfaatan limbah pertanian dalam pengelolaan lahan pertanian tercemar residu aldrin dan dieldrin yang ramah lingkungan.

Saran

1. Mengingat bahaya dan dampaknya, maka residu insektisida aldrin dan dieldrin perlu diwaspadai secara serius dan berkala baik keberadaan dan statusnya, karena residu insektisida ini dapat menyebar di berbagai komponen lingkungan (tanah, air, tanaman/produk pertanian, bahkan apabila dikonsumsi dapat terakumulasi dalam darah).
2. Harus mulai dipikirkan bagaimana cara penanggulangan/remediasi pada berbagai

- komponen lingkungan tersebut, antara lain penggunaan amelioran arang aktif yang diperkaya bakteri pendegradasi residu insektisida atau diintensifkan penggunaan insektisida alternatif seperti biopestisida.
3. Lahan sayuran yang tercemar residu pestisida aldrin dan dieldrin disarankan menggunakan urea berlapis arang aktif dari tongkol jagung yang diperkaya dengan mikroba.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Selamat Rianto, Sarwoto, Kundono, Wasidin, Duri, Cahyadi, dan Aji M Tohir yang telah membantu pelaksanaan penelitian hingga selesai,

dan teman-teman peneliti yang telah bekerja sama dalam menjalankan kegiatan penelitian sampai dengan terselesainya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbalace, K. Chemical Database. <http://EnvironmentalChemistry.com/yogi/chemicals/cn/html>. Diakses tanggal 23 Maret 2011. (2011).
- Harrad, S. *Persistent Organic Pollutans*. UK: A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, West Sussex, 2010.
- IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemists) System. 2011. Global Availability of Information on Agrochemicals. <http://sistem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>. Diakses tanggal 12 Maret 2011.
- Ogawa, M. "Symbiosis of People and Nature in The Tropics: Tropical Agriculture Using Charcoal". *Farming Japan* 28 (5) (1994): 21-30.
- Pusat Perijinan dan Investasi. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral Departemen Pertanian. 2008.
- Pusat Perijinan dan Investasi. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral. Kementerian Pertanian. 2010.
- Pusat Perijinan dan Investasi. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral. Kementerian Pertanian. 2011.
- Pusat Perijinan dan Investasi. Pestisida Terdaftar (Pertanian dan Kehutanan). Sekretariat Jendral Departemen Pertanian. 2006.

- SAS Institute. SAS Institute. USA: Inc., Cary, NC, 2004.
- Short, K. Quick Poison, Slow Poison Pesticide Risk in The Lucky Country. Sydney: Envirobook, 1994.
- Wahyuni, S., E. S. Harsanti., S. Y. Jatmiko., Poniman, Indratin, E., dan Sulaeman, A. Kurnia. “Teknologi Arang Aktif yang Diperkaya dengan Mikroba Pendegradasi Senyawa POPs di Lahan Padi dan Sayuran”. Laporan Akhir. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Pati, (2011).
- Winarno, F. G. “Pengaruh Pestisida Terhadap Kesehatan Manusia”. Simposium Nasional Pengelolaan Pestisida di Indonesia. Yogyakarta, 8-10 Januari: 20 hal. 1987.