

PELAPISAN UREA DENGAN ARANG AKTIF YANG DIPERKAYA MIKROBA DAPAT MEMPERCEPAT PENURUNAN KONSENTRASI RESIDU INSEKTISIDA HEPTAKLOR DI LAHAN SAWAH

Activated Carbon Coated Urea Enriched with Microbial Consortia Accelerates the Decrease of Heptachlor Insecticide Residue in Paddy Fields

Wahyuni, Indratin, E. Sulaeman, dan A.N. Ardiwinata

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jln. Jakenan-Jaken Km 05, Pati 59182, Indonesia
Telp. (0295) 385215, Fax. (0295) 381592
E-mail : swahuni@gmail.com

(Makalah diterima 13 Oktober 2014 – Disetujui 06 Desember 2016)

ABSTRAK

Insektisida *heptaklor* merupakan salah satu insektisida organoklorin yang bersifat toksik, persisten, dan bioakumulatif di lingkungan. Remediasi menggunakan arang aktif dan mikroba merupakan salah satu cara untuk mengurangi masalah lingkungan akibat pencemaran pestisida. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh teknologi pupuk urea dengan arang aktif yang diperkaya dengan mikroba pendegradasi insektisida *heptaklor* yang dapat menurunkan residu insektisida heptaklor di lahan sawah. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jakenan bulan Februari 2012 hingga September 2012. Tanah untuk media tanam berasal dari Desa Sukamenak Kecamatan Cilamaya Wetan Kabupaten Karawang. Penelitian dilaksanakan di lapang skala mikroplot dengan *lysimeter*, dan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) 3 ulangan 6 perlakuan pupuk (kontrol, urea prill, urea arang aktif tongkol jagung (UAATJ), urea arang aktif tempurung kelapa (UAATK), urea arang aktif tongkol jagung+mikroba (UAATJM), urea arang aktif tempurung kelapa+mikroba (UAATKM). Tanaman yang digunakan adalah padi varietas inpari 13. Hasil penelitian skala mikroplot dengan menggunakan *lysimeter* menunjukkan perbedaan nyata semua perlakuan pada uji ortogonal kontras. Hal ini diduga arang aktif tempurung kelapa mempunyai daya serap polutan yang tinggi dan arang aktif disukai mikroba sebagai rumahnya dan mikroba tersebut memanfaatkan sumber karbon dari *heptaklor* sebagai makanannya. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwapenurunan konsentrasi residu insektisida *heptaklor* tertinggi pada perlakuan urea berlapis arang aktif tempurung kelapa yang diperkaya mikroba pendegradasi senyawa POPs secara konsorsia sebesar 36.30%.

Kata kunci: urea, arang aktif, mikroba, residu heptaklor

ABSTRACT

Heptachlor insecticide is a toxic organochlorine insecticide, persistent and bio-cummulative in the environment. Remediation using actived carbon and microbial is a solution to pollution due to pesticide in the environment. The objective of this study was to obtain fertilizer technology using urea with activated carbon and enriched with microbes degrading heptachlor insecticide in order to reduce the insecticide residue in paddy fields. The research was conducted at the Jakenan Experimental Station between February to September 2012. The soil used as the planting medium was brought from the village Sukamenak, District Rawagempol Wetan, Karawang. The experiment was conducted in the field at micro-plot scale with lysimeter, and using a randomized block design (RBD) with 3 replications and 6 fertilizer treatments (control , prill urea , urea with activated carbon maize cobs (UAATJ) , urea with activated carbon coconut shell (UAATK) , urea with activated carbon cob corn + microbes (UAATJM) , urea with activated carbon coconut shell + microbes (UAATKM). The plants used were from Inpari 13 variety. The insecticide residue analysis was performed in the Residu Bahan Agrikimia (RBA) laboratory of Balingtan. The results showed significant orthogonal countrast tests of different treatments. The highest reduction of residual insecticide was observed in urea coated with activated carbon cob corn and enriched with microbial consortia degrading POPs, which was 36.30 %. It is suspected that activated carbon coated cob corn with microbial enrichment was favored as its home and the microbes utilized carbon sources of heptachlor as the food.

Key words: urea, activated carbon, microbial enrichment, heptachlor

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem pertanian akibat terkontaminasi bahan beracun berdampak pada kesehatan manusia dan hewan. Oleh karena itu, masalah pencemaran lingkungan yang berkaitan dengan kontaminan beracun perlu dipecahkan. Di sektor pertanian, pencemaran lingkungan oleh bahan kimia berupa organofosfat dan organoklorin yang bersifat persisten dapat terbioakumulasi di alam, sehingga berpotensi meracuni manusia dan makhluk hidup lainnya. Penyebab toksik adalah kemampuan organoklorin untuk mengubah hormon, enzim, faktor tumbuh, dan neurotransmitter yang mampu menginduksi gen kunci yang mempunyai peran untuk metabolisme *steroid* dan *xenobiotik* (Gourounti *et al.*, 2008).

Aplikasi pestisida berkontribusi terhadap peningkatan produksi pertanian sejak tahun 1970. Jumlah pestisida yang beredar di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006 terdaftar 1.336 formulasi pestisida dan pada tahun 2008 meningkat menjadi 1.702 formulasi. Pada tahun 2010 jumlah pestisida yang beredar tercatat 2.048 formulasi, pada tahun 2011 menjadi 2.247 formulasi, dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 2.810 formulasi, atau dengan laju peningkatan jumlah formulasi 9% per tahun (PPI, 2006; PPI, 2008; PPI, 2010; PPI, 2011; PPI 2013). Insektisida menduduki peringkat formulasi terbanyak (887 merk dagang), kemudian disusul oleh herbisida (656 merk dagang) dan fungisida (387 merk dagang) (PPI, 2011). Data PPI pada tahun 2006 dan 2008-2013 menunjukkan penggunaan pestisida semakin intensif dan tidak terkontrol.

Penggunaan pestisida dalam jangka panjang harus diwaspadai karena pengaruh racunnya yang bersifat akut maupun kronis. Pestisida berperan positif dalam pemberantasan hama dan penyakit, namun memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan residu pestisida terhadap manusia antara lain penyakit kanker, cacat lahir, kerusakan syaraf atau mutasi genetik, dan gangguan sistem kekebalan, sedangkan terhadap lingkungan antara lain merusak kehidupan biota air atau mencemari sumberdaya air dan tanah. Salah satu dampak penggunaan pestisida di sektor pertanian adalah residu yang tertinggal pada komoditas budidaya dan lingkungan pertanian. Pangan yang tercemar pestisida dicurigai sebagai penyebab leukimia, aplastikanemia, alergi, dan asma (Winarno, 1987).

Untuk mengurangi masalah pencemaran lingkungan perlu teknologi yang dapat menurunkan residu pestisida, antara lain dengan menggunakan arang aktif. Arang aktif adalah alkali lemah yang mampu menyerap air dan menahan udara. Arang aktif berkadar abu tinggi merupakan alkali yang kuat (pH 9-10) dan mempunyai permukaan yang luas (Ogawa, 1994). Arang aktif tempurung kelapa efektif meningkatkan sifat fisik tanah.

Dalam tanah, arang aktif berperan sebagai *shelter* atau rumah untuk mikroorganisme. Penggunaan arang aktif pada lahan sawah dapat meningkatkan jumlah bakteri di tanah, terutama di sekitar akar tanaman. Hasil penelitian Wahyuni *et al.* (2011) menunjukkan populasi bakteri *Azospirillum* sp; *Azotobacter* sp; *Bacillus* sp; *Chromobacterium* sp; dan *Pseudomonas*, sp. dapat tumbuh pada arang aktif.

Mikroba pendegradasi pestisida pada umumnya ada di tanah, terutama pada tanah yang dibudidayakan dan rutin menggunakan pestisida, namun populasinya rendah sehingga degradasi berjalan lambat. Penggunaan bioremediasi berbasis *carrier* bahan organik pada bioremediasi tanah dapat meningkatkan populasi mikroba di sekitar perakaran tanaman (Hindersah *et al.*, 2013). Mikroba yang berperan pada proses bioremediasi membantu memperbaiki lingkungan tanah sehingga mendukung pertumbuhan tanaman. Mikroba tanah juga aktif berasosiasi dengan tanaman pada lahan bekas tambang. Beberapa mikroba tanah mampu menggunakan energi dari proses oksidasi atau reduksi logam berat maupun senyawa-senyawa berbahaya lainnya untuk pertumbuhannya (Widyati, 2008)

Heptaklor ($C_{10}H_5Cl_7$) adalah hasil klorinasi klordan dengan sulfuril klorida, digunakan sebagai racun perut dan racun kontak. *Heptaklor* sangat toksik terhadap mamalia dengan LD_{50} melalui mulut pada tikus. Insektisida ini biasa digunakan untuk membasmi serangga tanah. Heptaklor diperdagangkan dalam dua bentuk formulasi, yaitu emulsi pekat *Heptaklor* 20EC dan butiran Heptaklor 10G (IUPAC, 2011). Jatmiko *et al.* (2010) mengatakan bahwa Heptaklor adalah jenis pestisida organoklorin anggota senyawa POPs (*Persistent Organic Pollutant*) yang sejak tahun 2007 dilarang penggunaannya di Indonesia karena bersifat toksik, kronik, persisten, bioakumulasi, dan pemicu kanker.

Hasil penelitian Indratin dan Wahyuni (2012) pada rumah kaca (pot) menunjukkan perlakuan urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba mampu menurunkan residu insektisida senyawa POPs *heptaklor* pada tanah 71%. Pestisida golongan organoklorin bersifat persisten, sulit terurai, bersifat kronik, dan dapat menyebabkan bioakumulasi pada rantai makanan (Andina, 2015)

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh teknologi pupuk urea berlapis arang aktif yang diperkaya dengan mikroba pendegradasi insektisida POPs yang dapat menurunkan residu insektisida *heptaklor*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi: (1) Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah dan *stakeholders* sebagai masukan dalam memutuskan kebijakan terkait dengan teknologi yang mampu menurunkan konsentrasi residu heptaklor di tanah, air, beras; dan (2) penyuluh pertanian untuk memberikan informasi kepada masyarakat pertanian tentang cemaran pestisida dan teknologi anjuran yang dapat diaplikasikan petani.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas percobaan lapang mikroplot menggunakan *lysimeter* di Kebun Percobaan Jakenan, Jawa Tengah, pada bulan Februari sampai September 2012. Mikroba yang digunakan untuk memperkaya urea arang aktif adalah hasil penelitian pendahuluan, yaitu isolasi dari tanah yang dipakai untuk media tanam padi (tanah berasal dari Desa Sukamenak, Kecamatan Cilamaya Wetan, Kabupaten Karawang). Isolasi mikroba dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi LIPI Cibinong, yaitu *Bacillus aryabathai*, BOB 2, BOB 3, BOB 4, dan BOB 5. Analisis residu pestisida dilaksanakan di Laboratorium Residu Bahan Agrokimia Laladon Bogor. Penelitian lapang menggunakan tanaman padi varietas Inpari 13 dengan umur bibit 21 hari, ditanam dua batang/rumpun. Pupuk N yang digunakan adalah urea prill yang dilapisi arang aktif dengan perbandingan urea dan arang aktif 80:20. Kemudian urea yang dilapisi arang aktif diperkaya mikroba konsorsia dengan cara menyemprotkan suspensi bakteri ke permukaan arang aktif dengan dosis 40 ml untuk 1 kg urea yang telah dilapisi arang aktif dengan populasi mikroba (TPC) 10^9 .

Rancangan Percobaan dan Perlakuan

Percobaan lapang disusun menggunakan rancangan acak kelompok, tiga ulangan dan enam perlakuan yang terdiri atas:

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)

Dosis pupuk urea untuk perlakuan kontrol sama dengan perlakuan urea berlapis yaitu 250 kg/ha, diberikan tiga kali masing pada saat tanam, dan pada saat tanaman berumur 21 dan 42 hari setelah tanam (HST). Pupuk dasar yang diberikan adalah SP-36 dengan dosis 100 kg/ha pada saat tanam dan KCl dengan dosis 100 kg/ha pada saat tanam dan 42 HST.

Parameter yang diamati untuk mengetahui kemampuan urea berlapis arang aktif menurunkan residu insektisida heptaklor antara lain konsentrasi residu insektisida pada contoh tanah, air, dan beras. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji kontras ortogonal untuk membandingkan antara perlakuan satu dengan perlakuan

lainnya. Analisis menggunakan program SAS (*Statistical Analysis System*) versi 9,1 (SAS Institute, 1998). Tingkat ketelitian dan kesalahan secara statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pada $P \leq 0,01$ (Wade *et al.*, 1998).

Pengukuran Residu Insektisida POPs

Analisis residu insektisida aldrin dilakukan di Laboratorium Residu Bahan Agrokimia Balingtan di Bogor menggunakan Gas Chromatografi Varian Type 450 dengan ECD. Konsentrasi residu insektisida heptaklor dihitung menggunakan rumus Ohsawa *et al.* (1985) sebagai berikut:

$$[\text{POPs}] = A \frac{B}{C} \times \frac{D}{E} \times \frac{F}{G} \cdot \text{ppm}$$

Keterangan:

- A = konsentrasi standar ($\mu\text{g}/\text{mL}$ larutan)
B = area puncak sampel,
C = area puncak standar,
D = volume larutan standar yang disuntikkan (μL),
E = volume larutan sampel yang disuntikkan (μL),
F = volume ekstrak heksana-eter (mL),
G = volume supernatan (mL),
F/G = faktor pengenceran
[POP] = Konsentrasi POP

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien kontras ortogonal residu insektisida heptaklor dalam tanah, air, dan beras disajikan pada Tabel 1. Sebagai komponen 1 dalam percobaan ini adalah perlakuan kontrol dibandingkan dengan perlakuan urea prill, UAATJ, UAATK, UAATJM, dan UAATKM). Komponen 2 terdiri atas perlakuan urea prill dibandingkan dengan UAATJ, UAATK, UAATJM, dan UAATKM. Komponen 3 adalah perlakuan UAATJ dan UAATK vs UAATJM dan UAATKM. Komponen 4 adalah perlakuan UAATJ vs UAATK. Komponen 5 adalah perlakuan UAATJM vs UAATKM. Jumlah koefisien pada masing-masing perbandingan bernilai nol.

Data pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 menunjukkan residu insektisida heptaklor dalam tanah, air, dan beras pada perlakuan kontrol dibandingkan dengan UAATJ, UAATK, UAATJM, dan UAATKM berbeda sangat nyata pada uji kontras ortogonal taraf 5%. Artinya keempat perlakuan pupuk sangat nyata menurunkan konsentrasi heptaklor dalam tanah, air, maupun beras. Tanah merupakan media tumbuh alami yang menyediakan unsur hara bagi tanaman (Wahyuni, 2014).

Kadar hara dalam tanah yang diperoleh dari pemupukan urea prill maupun urea berlapis arang aktif mampu menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan mikroba. Perlakuan urea prill dibandingkan dengan urea berlapis arang aktif tongkol jagung dan tempurung kelapa, dan yang diperkaya dengan mikroba menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Urea prill merupakan hara makro yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Ketersediaan hara N di alam melimpah, tetapi tanaman tidak dapat langsung memanfaatkannya tanpa

bantuan organisme tanah yang merombak N menjadi NH₄⁺ agar dapat terserap oleh tanaman. Penambahan arang aktif dalam tanah dapat meningkatkan populasi mikroba karena arang aktif digunakan sebagai penyerap insektisida yang akan digunakan sebagai sumber C oleh mikroba (Wahyuni, 2014).

Perlakuan UAATJ dan UAATK dibandingkan dengan UAATJM dan UAATKM juga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada uji kontras ortogonal

Tabel 1. Koefisien kontras ortogonal residu insektisida *heptaklor* dalam tanah, air, dan beras

Komponen/Kontras	Koefisien					
	Kontrol	Ureapril	UAATJ	UAATK	UAATJM	UAATKM
Kontrol Vs Lainnya	-5	1	1	1	1	1
Urea prill Vs UAATJ & UAATK & UAATJM & UAATKM	0	-4	1	1	1	1
UAATJ & UAATK Vs UAATJM & UAATKM	0	0	-1	-1	1	1
UAATJ VS UAATK	0	0	-1	1	0	0
UAATJM Vs UAATKM	0	0	0	0	-1	1

Keterangan:

- UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung
- UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa
- UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba
- UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

Tabel 2. Analisis insektisida *heptaklor* dalam tanah dengan pembandingan ortogonal

Komponen	Kontras	Rata-Rata
1	Kontrol Vs lainnya	0.3844**
2	Ureapril Vs UAATJ & UAATK & UAATJM & UAATKM	0.9680**
3	UAATJ & UAATK Vs UAATJM & UAATKM	0.42008**
4	UAATJ Vs UAATK	0.93750**
5	UAATJM Vs UAATKM	0.00267

Keterangan = ** berbeda sangat nyata pada uji kontras ortogonal taraf 5 %

- UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung
- UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa
- UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba
- UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

Tabel 3. Analisis insektisida *heptaklor* dalam air dengan pembandingan kontras ortogonal

Komponen	Kontras	Rataan
1	Kontrol Vs lainnya	0.1320**
2	Ureapril Vs UAATJ & UAATK & UAATJM & UAATKM	0.21660**
3	UAATJ & UAATK Vs UAATJM & UAATKM	0.08533**
4	UAATJ Vs UAATK	0.14017**
5	UAATJM Vs UAATKM	0.00150

Keterangan : **berbeda sangat nyata pada uji kontras ortogonal taraf 5 %.

- UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung
- UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa
- UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba
- UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

Tabel 4. Analisis insektisida *heptaklor* dalam beras dengan pembandingan kontras ortogonal

Komponen	Kontras	Rataan
1	Kontrol Vs lainnya	0.08604**
2	Ureapril Vs UAATJ & UAATK & UAATJM & UAATKM	0.16007**
3	UAATJ & UAATK Vs UAATJM & UAATKM	0.08533**
4	UAATJ Vs UAATK	0.2281**
5	UAATJM Vs UAATKM	0.00150

Keterangan : **berbeda sangat nyata pada uji kontras ortogonal taraf 5 %.

UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung

UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa

UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba

UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

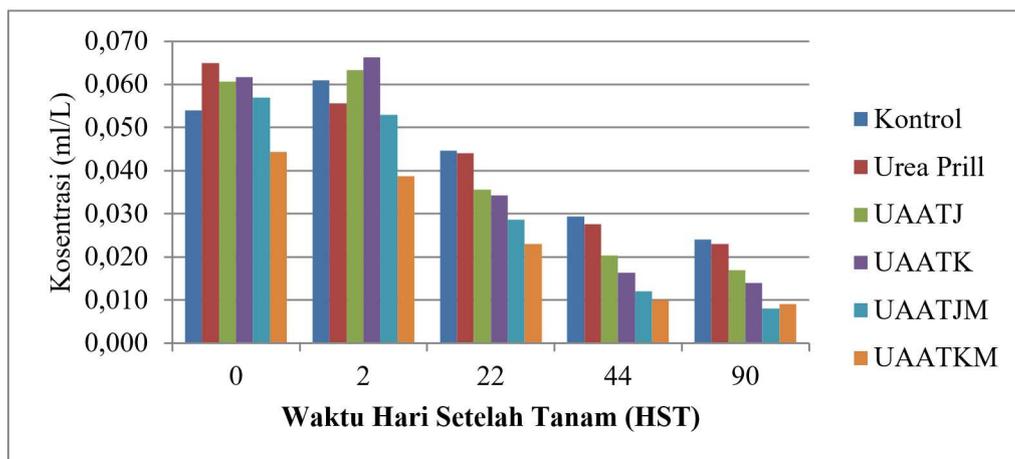
taraf 5%, sehingga semua komponen perlakuan saling ortogonal. Urea berlapis arang aktif yang diperkaya mikroba mempunyai kemampuan menyerap dan memanfaatkan sumber karbon dari insektisida heptaklor sebagai makanannya. Perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba dapat menurunkan insektisida heptaklor dalam jumlah yang lebih banyak, baik di air maupun di tanah.

Perlakuan UAATJM dibandingkan dengan UAATKM tidak menunjukkan perbedaan nyata. Artinya kedua perlakuan yang diberi mikroba, meskipun jenis arangnya berbeda, efektif menurunkan cemaran pestisida. Mikroba memiliki peranan yang cukup beragam. Sebagai penghasil oksigen pada ekosistem perairan, mikroba berperan dalam siklus biogeokimia, membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara, sebagai pengurai sampai pada degradasi atau remediasi polutan (Munir, 2006).

Tingkat penurunan konsentrasi heptaklor dalam air, dari konsentrasi awal dikurangi dengan konsentrasi akhir perlakuan kontrol adalah 55,5%, pada perlakuan urea prill 64,6%, UAATJ 71,98%, UAATK sebesar 77,3%, UAATJM 85,9% dan UAATKM 79,7%. Penurunan

konsentrasi tertinggi terjadi pada perlakuan UAATJM sebesar 85,9%. Tingkat penurunan konsentrasi heptaklor tertinggi terdapat pada perlakuan urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba sebesar 30,4%. Perlakuan urea berlapis arang aktif yang diperkaya mikroba meningkatkan penurunan konsentrasi insektisida heptaklor (Gambar 1).

Tingkat penurunan konsentrasi *heptaklor* dalam tanah dari konsentrasi awal dikurangi dengan konsentrasi akhir perlakuan kontrol adalah 58,8%, pada perlakuan urea prill 60,1%, UAATJ 73,2%, UAATK 76%, UAATJM 84%, dan UAATKM 82,3%. Tingkat penurunan konsentrasi tertinggi terdapat pada perlakuan UAATJM sebesar 85,9%. Dibandingkan dengan kontrol, tingkat penurunan konsentrasi heptaklor tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba sebesar 25,2% (Tabel 4). Residu heptaklor pada berbagai perlakuan dan umur tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 2. Perlakuan urea berlapis arang aktif yang diperkaya mikroba dapat meningkatkan penurunan konsentrasi insektisida *heptaklor*.



Keterangan :

UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung

UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa

UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba

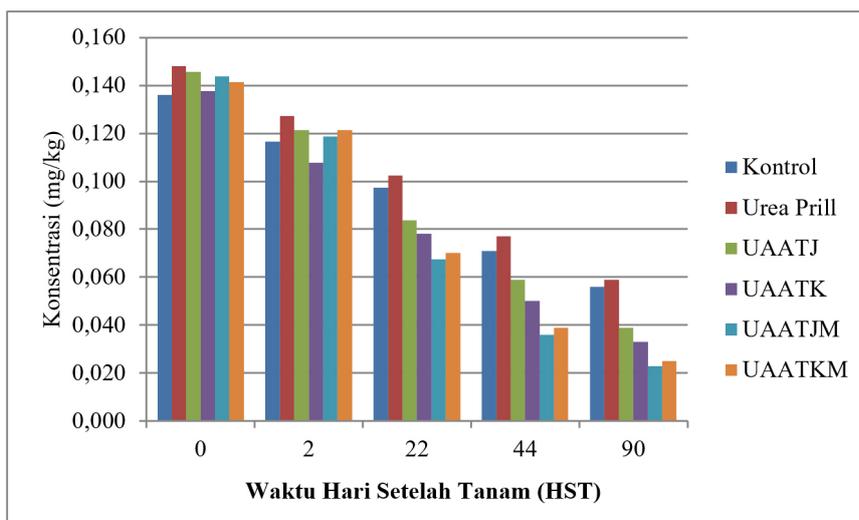
UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

Gambar 1. Residu heptaklor di air pada berbagai perlakuan dan waktu pada tanaman padi

Heptaklor dikenal sebagai insektisida yang memiliki persistensi tinggi, terutama dalam tanah dan air tanah. Dengan persistensi tinggi, pestisida ini berpotensi terakumulasi biologis (bioakumulasi) dalam tubuh makhluk hidup, baik manusia dan hewan maupun tanaman. Tingkat penurunan residu tertinggi insektisida heptaklor terjadi pada perlakuan urea arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba (UAATJM) sebesar 36,30% (Tabel 5).

Dalam penelitian ini pada produk beras ditemukan konsentrasi insektisida heptaklor 0,015-0,0367

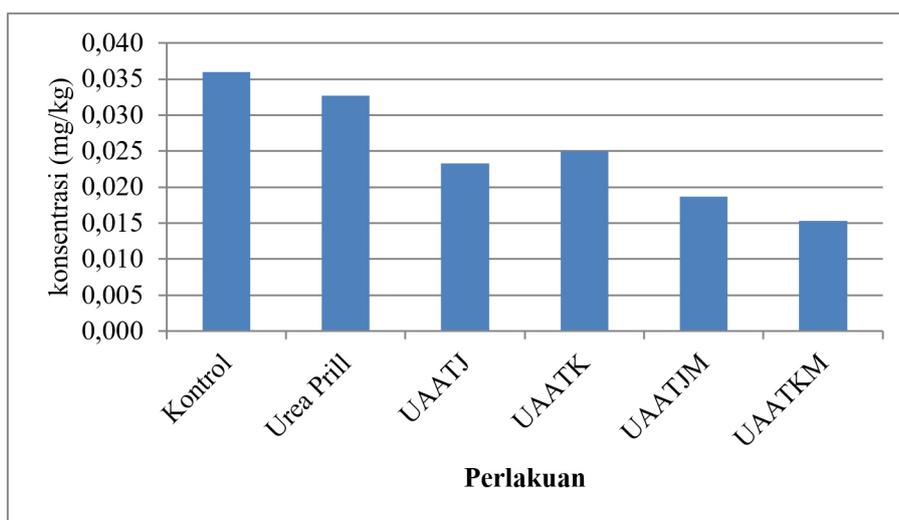
mg/kg, sedangkan batas maksimum residu yang diperbolehkan pada beras konsumsi adalah 0,02 mg/kg (Keputusan Bersama Menteri Kesehatan dan Menteri Pertanian No. 881/MENKES/SKB/VIII/1996, 711/Kpts/TP.270/8/1996). Pada beras, tingkat penurunan konsentrasi tertinggi *heptaklor* terdapat pada perlakuan UAATKM sebesar 0,015%. Beras yang mengandung konsentrasi *heptaklor* tidak baik dikonsumsi karena akan masuk ke dalam jaringan tubuh dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Konsentrasi residu insektisida *heptaklor* pada beras disajikan dalam Gambar 3.



Keterangan :

- UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung
- UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa
- UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba
- UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

Gambar 2. Residu *heptaklor* dalam padi berbagai perlakuan dan umur tanaman padi



Keterangan :

- UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung
- UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa
- UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba
- UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

Gambar 3. Residu insektisida *heptaklor* dalam beras

Tabel 5. Indeks penurunan dan penurunan residu insektisida *heptaklor* sampai panen pada berbagai perlakuan pemupukan tanaman padi tahun 2012

Perlakuan	Residu Awal (ppm)	Residu Akhir (ppm)	Indek Penurunan (%)	Penurunan (%)
Kontrol	0.190	0.116	38.947	0
Urea Prill	0.213	0.115	46.166	7.219
UAATJ	0.206	0.079	61.551	22.604
UAATK	0.199	0.072	63.880	24.932
UAATJM	0.201	0.050	75.249	36.302
UAATKM	0.186	0.049	73.429	34.482

Keterangan :

UAATJ = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung

UAATK = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa

UAATJM = Urea berlapis arang aktif tongkol jagung+mikroba

UAATKM = Urea berlapis arang aktif tempurung kelapa+mikroba

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

Penurunan = Indek Penurunan perlakuan-kontrol

Tingkat penurunan konsentrasi tertinggi residu insektisida heptaklor terjadi pada perlakuan UAATJM sebesar 36,3%. Hal ini diduga arang aktif tongkol jagung mampu menyerap insektisida heptaklor lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Mikroba menyukai arang aktif sebagai tempat tinggal dan memanfaatkannya sumber karbon untuk melangsungkan pertumbuhannya.

Wahyuni *et al.* (2011) mengatakan urea arang aktif yang diperkaya *Bacillus aryabhatai*, *Pseudomona*, sp., *Azotobacter* sp., *Cromobacterium* sp. dapat menurunkan residu insektisida persisten organik polutan dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N sebesar 24%. Hasil penelitian Harsanti *et al.* (2014) menunjukkan remediasi skala lysimeter dengan mikroba konsorsia (*Azotobacter chroococcum*, *B. aryabhatai*, *P. smallei*, dan *Trichoderma* sp.) pada dosis bioremediator 20 t/ha mampu menurunkan residu insektisida *heptaklor* di tanah sebesar 47,6%

KESIMPULAN

Penelitian lapang skala mikroplot menggunakan *lysimeter* menunjukkan penggunaan bioremediasi arang aktif dengan mikroba konsorsia mampu menurunkan residu insektisida heptaklor pada lahan sawah. Hasil tertinggi pada perlakuan urea berlapis arang aktif tongkol jagung yang diperkaya mikroba konsorsia (*Bacillus aryabhatai*, BOB 2, BOB 3, BOB 4, BOB 5) 36,3% dibandingkan dengan kontrol.

Daerah-daerah yang tercemar residu pestisida disarankan menggunakan urea berlapis arang aktif yang

diperkaya mikroba, karena selain dapat meningkatkan efisiensi pemupukan N juga dapat menurunkan konsentrasi residu insektisida *heptaklor* di tanah.

SARAN

Bahaya dan dampak dari cemaran residu insektisida perlu diwaspadai secara serius dan berkala baik keberadaan dan statusnya, karena keberadaan residu insektisida dalam waktu yang lama, akan menyebar di berbagai komponen lingkungan (tanah, air, tanamandan produk pertanian serta darah petani). Penanggulangan/remediasi lahan tercemar pestisida, harus mulai dipikirkan cara mengatasi pencemaran tersebut pada berbagai komponen lingkungan.

Remediasi lahan tercemar insektisida dapat dilakukan dengan penggunaan amelioran arang aktif yang diperkaya bakteri pendegradasi residu insektisida atau diintensifkan penggunaan insektisida alternatif seperti biopestisida, dan mengaktifkan lagi kegiatan Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT).

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Selamat Rianto, Sarwoto, Kundono, Wasidin, Duri, Cahyadi, dan Aji M Tohir, yang telah membantu pelaksanaan penelitian. Ucapan serupa disampaikan kepada teman-teman peneliti yang telah bekerja sama dalam menjalankan penelitian dan terselesaikannya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andina, L. 2015. Analisis Residu Endosulfan, Endrin, Dieldrin, Aldrin, p,p-ddt, dan Heptaklor Pada Beras Varietassiam Unus di Kalimantan Selatan. *Jurnal Pharmascience* (2) 2:106.
- Gourounti, K., K. Lykeridou, E. Protopapa, and A. Lazaris. 2008. Mechanisms of Actions and Health Effects of Organochlorine Substances: A review *Helth Science Journal* 2 : 89-98.
- Harsanti, E.S., W.I. Susanti, S. Wahyuni, A.N. Ardiwinata, dan P. Setyanto. 2014. Remediasi Residu Insektisida POPs Menggunakan Mikroba Konsorsia. *Jurnal Tanah dan Iklim Edisi Khusus Pencemaran Lingkungan Pertanian*. Hlm. 11-18.
- Hindersah, R., W.I.Susanti, B.N. Fitriatin, E.S. Harsanti, dan S.Wahyuni. 2013. Perubahan Kadar Insektisida Organoklorin di Tanah dan Tajuk Caisim Setelah Bioremediasi Menggunakan Mikroba Tanah. *Jurnal Lingkungan Tropis* 7 (2) : 122.
- Indratin dan S. Wahyuni. 2012. Teknologi Pelapisan Pupuk Urea Dengan Arang Aktif yang Diperkaya Mikroba Mampu Menurunkan Residu Heptaklor dan DDT. *Jurnal Lingkungan Tropis* 6 (2): 139-148.
- IUPAC (International Union of Pure and Apllied Chemists) system. 2011. Global availability of information on agrochemicals. Tersedia di: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>. Diakses pada 12 Maret 2011.
- Jatmiko, S.Y., E. Martono, D. Prajitno, dan S. Worosuprojo. 2010. Distribusi Ruang Insektisida Heptaklor Di Lahan Pertanian Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 16 (1): 47-54.
- Keputusan Bersama Menteri Kesehatan dan Menteri Pertanian No. 881/MENKES/SKB/VIII/1996; 711/Kpts/TP.270/8/1996 tentang Batas Maksimum Residu Pestisida Pada Hasil Pertanian.
- Munir, E. 2006. Pemanfaatan Mikroba Dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi Alternatif Untuk Pelestarian Lingkungan. Pidato Pengukuhan Guru Besar Bidang Mikrobiologi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis Of People and Nature In The Tropics: Tropical Agriculture Using Charcoal. *Farming Japan* 28 (5) : 21-30.
- Ohsawa, K., S. Hartati, S. Nugrahati, H. Sastrohamidjoyo, K. Untung, N. Arya. K. Sumiartha and S. Kuwatsuka. 1985. Residue Analysis Of Organochlorin and Organophosphorus Pesticides In Soil, Water and Vegetables From Central Java And Bali, *Ecol. Impact of IPM in Indoensia*. p. 59-70.
- [PPI]Pusat Perijinan dan Investasi. 2006. Pestisida Terdaftar (Pertanian dan Kehutanan). Sekretariat Jendral Departemen Pertanian. 574 hlm.
- [PPI]Pusat Perijinan dan Investasi. 2008. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral Departemen Pertanian. 682 hlm.
- [PPI]Pusat Perijinan dan Investasi. 2010. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral. Kementerian Pertanian. 782 hlm.
- [PPI]Pusat Perijinan dan Investasi. 2011. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral. Kementerian Pertanian. 878 hlm.
- [PPI]Pusat Perijinan dan Investasi. 2013. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Sekretariat Jendral. Kementerian Pertanian. 1045 hlm.
- SAS Institute.1998. SAS Institute. Inc., Cary, NC, USA.
- Winarno, F.G. 1987. Pengaruh Pestisida Terhadap Kesehata Manusia. Simposium Nasional Pengelolaan Pestisida di Indonesia. Yogyakarta, 8-10 Januari 1987. 20 Hlm.
- Wahyuni, S., E.S. Harsanti, S.Y. Jatmiko, Poniman, Indratin, E. Sulaeman, dan A.Kurnia. 2011. Teknologi Arang Aktif Yang Diperkaya dengan Mikroba Pendegradasi Senyawa POPs di Lahan Padi dan Sayuran. Laporan Akhir. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Pati. Hlm. 56.
- Wahyuni, S. 2014. Efektifitas Pelapisan Urea dengan Arang Aktif Yang Diperkaya Mikroba Indegenus Terhadap Penurunan Residu Heksaklorobenzen dan Endrin. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Hlm. 38.
- Widyati, E. 2008. Peran Mikroba Tanah pada Kegiatan Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. *Info Hutan* 5 (2): 151-160.
- Wade, H.F., A.C. York, A.E. Morey, J.M. Padmore, and K.M. Rudo. 1998. The impact of pesticide use on groundwater in North Carolina. *J. Environ. Qual*, 27: 1018-1026.