

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI PESTISIDA DICOFOL DARI TANAH SAWAH DI KABUPATEN KARAWANG

Anindita Ayu Pratiwi¹, Agung Suprihadi¹, Budi Raharjo¹,
Priyo Wahyudi², dan Sih Parmiyatni²

¹Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

²Laboratorium Agromikrobiologi, LAPTIAB, BPPT, PUSPIPTEK

Abstrak

Kabupaten Karawang merupakan salah satu wilayah sentra produksi padi, namun produksi padi di persawahan Kabupaten Karawang sering menghadapi kendala serangan hama wereng yang menyebabkan gagal panen. Kondisi ini mengakibatkan petani menggunakan pestisida dicofol secara berlebihan, sehingga menyebabkan pencemaran pestisida. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan isolat bakteri yang dapat mendegradasi pestisida dicofol dari tanah sawah di Kabupaten Karawang dan mengetahui karakteristik bakteri yang memiliki potensi mendegradasi pestisida tersebut. Penelitian dilakukan dengan isolasi dan karakterisasi bakteri dari tanah sawah di Kabupaten Karawang, karakterisasi isolat bakteri dengan pengamatan morfologi dan pengamatan fenotipik meliputi pengecatan Gram dan uji biokimia, dilakukan uji resistensi isolat bakteri terhadap dicofol, pengukuran kurva pertumbuhan serta Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) untuk mengetahui penurunan konsentrasi dicofol berdasarkan waktu inkubasi selama 24,48, dan 72 jam. Hasil yang diperoleh adalah enam isolat, yakni AA1, AA2, AA3, AA4, AA5, dan AA6. Isolat AA1 diduga sebagai genus *Phenylobacterium*, isolat AA3 dan AA6 diduga sebagai genus *Pseudomonas*, isolat AA4 diduga sebagai genus *Bacillus*, isolat AA5 diduga sebagai genus *Alcaligenes*, namun isolat AA2 belum dapat diidentifikasi. Hasil uji resistensi terhadap dicofol menunjukkan bahwa isolat AA6 merupakan isolat yang paling resisten dan memiliki jumlah sel terbanyak, yaitu $7,9 \times 10^8$. Isolat AA6 juga merupakan isolat yang paling efektif dalam mendegradasi dicofol karena dapat menurunkan konsentrasi sebanyak 76,0 ppm (84,45%) pada media MSM+dicofol 90 ppm.

Kata kunci : Isolasi, Karakterisasi, Bakteri, Resistensi, Degradasi, Pestisida Dicofol.

Abstract

Karawang was the center of rice production, but rice production in paddy fields in Karawang often faces obstacle hopper pest that caused crop failure. These condition prompted the farmers to using dicofol pesticides excessively, thus caused pollution of pesticides. The purpose of this research were get the isolates bacteria that could degrade the pesticide dicofol in Karawang paddy fields and discovered characteristics of bacteria that have potential to degrade pesticides. The research was conducted with the isolation and characterisation of bacteria from Karawang paddy soil, the characterisation of isolates bacteria by observation morphological and phenotypic include staining Gram and biochemical tests, test isolates bacteria resistance of dicofol, measuring the growth curve and High Performance Liquid Chromatography (HPLC) for discovering of decreased dicofol concentration during 24, 48, and 72 hours of incubation time. The result is six isolates, that

are AA1, AA2, AA3, AA4, AA5, and AA6. Isolates AA1 is suspected as genus *Phenylobacterium*, isolates AA3 and AA6 are suspected as genus *Pseudomonas*, AA4 isolates is suspected as genus *Bacillus*, isolates AA5 is suspected as genus *Alcaligenes*, but isolates AA2 not yet be identified. The results indicate that isolate AA6 has most resistant to dicofol and most number of cells bacteria, that is 7.9×10^8 . Isolate AA6 is also the most effective in degrading dicofol as much as it can reduce the concentration in amount of 76.0 ppm (84.45%) in MSM medium + 90 ppm dicofol.

Keywords : Isolation, Characterisation, Bacteria, Resistention, Degradation, Dicofol Pesticide

PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang merupakan salah satu wilayah sentra produksi padi dengan latar belakang sumber daya alam yang sangat mendukung pertanian. Pertanian di Kabupaten Karawang tidak hanya memenuhi kebutuhan pangan di Jawa Barat, namun juga sebagai penyangga kebutuhan nasional [1]. Kabupaten Karawang memiliki daerah persawahan yang luas. Kabupaten ini terdapat hamparan sawah yang luasnya mencakup 85% areal. Area sawah di Jawa Barat menggunakan pestisida cukup intensif karena hama wereng yang menyerang pertanian dan mengancam produksi pangan. Produksi pangan sering menghadapi kendala serangan hama dan penyakit yang menyebabkan gagal panen atau terjadi penurunan hasil panen. Hama pertanian yang sulit dikendalikan di Kabupaten Karawang adalah hama wereng [2]. Kondisi ini mengakibatkan petani menggunakan pestisida secara berlebihan, sehingga residu pestisida melebihi ambang batas. Jenis pestisida yang banyak digunakan petani Kabupaten Karawang adalah pestisida organoklorin [3].

Pestisida organoklorin merupakan jenis pestisida yang umum digunakan di Indonesia untuk mengendalikan hama atau serangga pada pertanian. Organoklorin merupakan pencemar

utama dalam golongan Persistent Organic Pollutant, karena memiliki sifat yang toksik, persisten, dan bioakumulatif [4]. Dicofol yang merupakan salah satu jenis organoklorin masih ditemukan di lingkungan selama jangka waktu 40 tahun dan terdistribusi secara global [5].

Dampak negatif dari penggunaan pestisida di lingkungan adalah tersebarinya sisa-sisa pestisida di dalam tanah, air, dan udara. Lebih dari 75% pestisida yang digunakan, diaplikasikan melalui penyemprotan, dari jumlah tersebut 60 - 90% akan terdeposit pada target, sedangkan dalam bentuk serbuk hanya 40 - 10% , sisanya akan ikut aliran angin atau segera mencapai tanah [6]. Penggunaan pestisida yang bersifat racun seperti organoklorin dapat menyebabkan perubahan keseimbangan populasi hayati dalam ekosistem [7]. Upaya penanggulangan dampak negatif akibat residu pestisida tersebut dapat dilakukan dengan bioremediasi.

Bioremediasi merupakan usaha untuk mengatasi pencemaran pestisida di lahan pertanian, yaitu pemanfaatan mikroba sebagai perantara dalam reaksi kimia dan proses reaksi fisik secara metabolik di atas permukaan tanah (ex-situ) dan di dalam permukaan tanah (in-situ) [8]. Mikroba tertentu dapat hidup pada

tanah yang mengandung pestisida dan memanfaatkan cemaran tanah tersebut sebagai sumber karbon dalam alur metabolismenya [9].

Persawahan di daerah Karawang telah dicemari polutan organoklorin dengan jenis dicofol, maka perlu diteliti keberadaan bakteri pendegradasi pestisida dicofol. Bakteri tersebut diharapkan dapat menjadi agen bioremediasi pada tanah sawah yang tercemar pestisida dicofol.

1. Metode Penelitian

Bahan dan Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah sawah di Kabupaten Karawang yang didapat dari Laboratorium Agromikrobiologi, BPPT, PUSPIPTEK. Sampel tanah diambil dari empat kecamatan yakni Kecamatan Lemahabang, Kecamatan Jatisari, Kecamatan Cikampek, dan Kecamatan Pangkalan. Pestisida yang digunakan adalah pestisida organoklorin dengan jenis dicofol 191 g L⁻¹. Media Mineral Salt Medium (MSM), pepton, yeast extract, glukosa 1% (MSM diperkaya), media MSM agar yang ditambah dengan dicofol (media selektif), media MSM agar diperkaya, medium Nutrient Agar (NA) dan Nutrient Broth (NB). Gram A, B, C, dan D. Larutan H₂O₂ 3%, medium Sulfat Indol Motility (SIM) agar, medium simmon citrate, medium urease broth, medium MR-VP, medium nutrien gelatin, medium Triple Sugar-Iron Agar (TSIA), reagen Kovac's, reagen Barrit's (A dan B), reagen methyl red. petroff-hausser counting chamber, Magnetic stirrer, mikroskop fase kontras merk Olympus, Laminar Air Flow (LAF), centrifuge, syringe, milipore filter, vacuum pump, ultrasonic bath, KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi).

Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah untuk penelitian diambil dari empat lokasi kecamatan yang berbeda di Kabupaten Karawang. Empat kecamatan, yakni Kecamatan Pangkalan, Kecamatan Lemahabang, Kecamatan Cikampek, dan Kecamatan Jatisari. Lahan tanah sawah dipilih secara sengaja (purposive) dan lahan tersebut sudah berada dalam kondisi selesai panen dan sudah ditanami oleh beberapa tanaman tertentu. Pengambilan sampel tersebut telah dilakukan oleh peneliti BPPT, Agromikrobiologi.

Pengambilan sampel tanah sawah dilakukan dengan sistem diagonal. Jumlah titik dibuat sebanyak 5 dengan jarak ± 50 m dari titik pusat. Tanah diambil dengan cara digali pada kedalaman 0 - 20 cm. Kelima titik dalam satu kecamatan tersebut, kemudian dilakukan pencampuran [10].

Persiapan Tanah

Sampel tanah yang telah diambil sebanyak 500 g dari masing-masing kecamatan di Kabupaten Karawang disimpan dalam cold room (ruang dingin dengan temperatur ± 4°C) dengan tujuan kondisi tanah tetap terjaga.

Isolasi Mikroorganisme

Sampel tanah yang telah disiapkan dari empat kecamatan berbeda, masing-masing ditimbang sebanyak 1 g dengan timbangan analitik. Masing-masing sampel tanah yang telah ditimbang tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL aquades steril, kemudian digojog (vortex). Suspensi tanah diambil sebanyak 5 mL dengan menggunakan mikropipet steril dan dimasukkan ke dalam 45 mL media

MSM diperkaya. Campuran suspensi tanah dalam media MSM diperkaya digoyang (shaker) dengan dengan kecepatan 120 rpm pada suhu 37 °C. Suspensi tanah digoyang selama 72 jam, kemudian dilakukan pengenceran berseri 10^{-1} hingga 10^{-7} . Hasil tersebut dilakukan pencawan dengan metode spread plate menggunakan media MSM agar yang ditambah dicofol 1 ppm untuk mendapatkan isolat bakteri yang dapat mendegradasi dicofol dan media MSM agar diperkaya untuk mendapatkan isolat biodiversitas tanah sawah di Kabupaten Karawang. Hasil dari pencawan diinkubasi selama 24 – 48 jam pada suhu 30 °C, kemudian diamati morfologi bakteri dan dihitung jumlah koloni bakteri untuk mengetahui jumlah isolat bakteri yang didapat.

Bakteri yang didapat dari kultur campuran dilakukan pemisahan kultur dengan metode streak kuadran menggunakan ose tumpul dan media yang digunakan adalah media NA. Koloni yang terpisah pada cawan gores dipindahkan pada media NA miring yang digunakan sebagai kultur stok.

Karakterisasi Isolat Bakteri Pendegradasi Pestisida

Karakterisasi bakteri yang mampu mendegradasi pestisida dicofol dilakukan dengan cara karakterisasi fenotip berdasarkan hasil pengamatan morfologi, pewarnaan Gram, dan uji fisiologis (biokimia). Karakteristik fenotip meliputi pewarnaan Gram, uji katalase, uji hidrolisis gelatin, uji urease, uji produksi indol, uji methyl red, uji voges proskauer, uji sitrat, uji motilitas, serta uji fermentasi karbohidrat dan produksi H_2S .

Uji Resistensi Bakteri terhadap Dicofol

Isolat bakteri pendegradasi dicofol yang dibiakkan pada media NA diuji resistensi terhadap dicofol. Isolat bakteri tersebut diambil dengan menggunakan ose, kemudian diinokulasikan pada tabung reaksi berisi 25 mL media NB yang telah dicampur dengan variasi dicofol (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90 ppm). Tabung reaksi tersebut digoyang dengan kecepatan 120 rpm dengan suhu 37°C selama 24 jam. Hasil dari inkubasi, kemudian diamati dengan menggunakan petroff-hauser dengan mikroskop dengan 1000x perbesaran dan dibuat kurva resistensi.

Pengukuran Kurva Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Dicofol

Isolat bakteri pendegradasi dicofol yang dibiakkan di NA diambil dengan ose dan diinokulasi pada tabung reaksi berisi 25 mL media MSM yang ditambah dicofol 90 ppm. Tabung reaksi tersebut digoyang dengan kecepatan 120 rpm pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil dari inkubasi setiap tiga jam dilakukan penghitungan jumlah sel bakteri untuk membuat kurva pertumbuhan. Perhitungan jumlah sel bakteri menggunakan petroff-hauser. Cover glass diletakkan di atas alat hitung, kemudian ditambahkan sebanyak $\pm 50 \mu\text{L}$. Bakteri dihitung menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x. Rumus jumlah sel/mL = Jumlah sel x $2,5 \cdot 10^5$.

Uji Degradasi Pestisida Dicofol oleh Bakteri dengan KCKT

Isolat bakteri murni diambil dengan ose dan diinokulasi pada tabung reaksi berisi 25 mL media MSM yang ditambah dicofol 90 ppm. Tabung

reaksi tersebut digoyang dengan kecepatan 120 rpm pada suhu 37°C selama variasi waktu yaitu 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

Uji degradasi pestisida dicofol dilakukan dengan menggunakan KCKT. Preparasi sampel dilakukan dengan memisahkan natan dan supernatan menggunakan sentrifuse pada kecepatan 4000 ppm selama 10 menit. Proses selanjutnya untuk uji degradasi dicofol dengan KCKT, dilakukan dengan kolom C8. Eluent yang digunakan adalah methanol : aquades (75 : 25) dengan panjang gelombang 254, dan volume injeksi adalah 20 µL.

2. Hasil dan Pembahasan

Bakteri Pendegradasi Dicofol

Isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi dan karakterisasi bakteri menggunakan media MSM diperkaya dari tanah sawah di Kabupaten Karawang untuk mengetahui keanekaragaman bakteri tanah sawah di Kabupaten Karawang. Isolat yang didapat berjumlah 20 isolat. Jumlah 20 isolat tersebut terdiri dari lima isolat Kecamatan Cikampek, empat isolat Kecamatan Pangkalan, empat isolat Kecamatan Lemahabang, dan tujuh isolat Kecamatan Jatisari. Isolat-isolat bakteri yang tumbuh pada medium MSM diperkaya menandakan adanya keanekaragaman bakteri dari masing-masing sampel tanah sawah dari Kabupaten Karawang.

Isolasi bakteri pendegradasi dicofol pada tanah sawah di Kabupaten Karawang dilakukan dengan media MSM ditambah dengan pestisida dicofol 1 ppm diperoleh sebanyak 15 isolat bakteri. Isolat bakteri tersebut diindikasikan mampu bertahan dan tumbuh pada media miskin nutrisi yang ditambah dengan dicofol.

Keadaan tersebut membuktikan bahwa bakteri dapat memanfaatkan dicofol sebagai sumber karbon untuk menunjang pertumbuhannya.

Isolat-isolat bakteri yang didapat dari isolasi dengan media MSM yang ditambah dengan dicofol 1 ppm, kemudian isolat-isolat tersebut dikultivasi menggunakan media NA. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui morfologi bakteri yang mampu mendegradasi dicofol karena media NA merupakan media yang kaya nutrisi, sehingga bakteri mampu menunjukkan bentuk yang sesungguhnya. Isolat awal bakteri yang didapat sebanyak 15 isolat bakteri kemudian dikelompokkan menjadi 6 isolat bakteri. Pengelompokan bakteri tersebut berdasarkan kesamaan morfologi makroskopis. Keenam isolat tersebut diberi nama AA1, AA2, AA3, AA4, AA5, dan AA6.

Keenam isolat tersebut dilakukan uji biokimia bertujuan untuk identifikasi bakteri berdasarkan karakteristik fisiologis dari bakteri tersebut. Identifikasi bakteri berdasarkan [11] isolat AA1 mengarah pada bakteri genus *Phenylobacterium*, karena isolat AA1 memiliki kesamaan karakteristik dengan genus *Phenylobacterium*. Karakteristik meliputi Gram negatif, bentuk sel yang bulat (coccus), merupakan bakteri yang tidak motil, tidak dapat menghidrolisis gelatin, reaksi negatif pada uji urease, produksi warna kuning pada uji methyl red, hasil uji voges proskauer negatif, dan tidak memproduksi indol. Isolat AA2 belum teridentifikasi karena uji biokimia yang dilakukan masih belum mencakupi untuk melakukan identifikasi isolat ini.

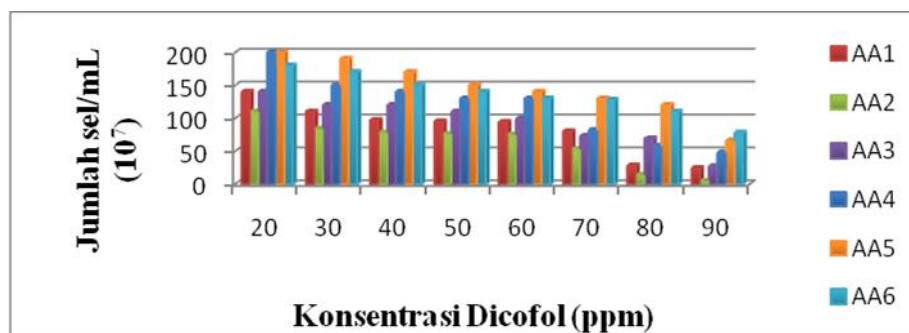
Isolat AA3 dan AA6 mengarah pada genus *Pseudomonas*. Hal ini karena

kedua isolat tersebut memiliki beberapa kesamaan karakteristik dengan genus *Pseudomonas*. Kesamaan karakteristik tersebut meliputi bakteri Gram negatif dengan bentuk batang (rods), adanya reaksi positif pada uji katalase, reaksi negatif pada uji methyl red, dan merupakan bakteri yang motil. Kedua isolat tersebut memiliki perbedaan yakni hasil uji hidrolisis gelatin yang berbeda, yakni pada isolat AA3 tidak dapat menghidrolisis gelatin, sedangkan isolat AA6 dapat menghidrolisis gelatin. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kedua isolat tersebut diduga memiliki species yang berbeda. Isolat AA4 mengarah pada genus *Bacillus*, karena kesamaan karakteristik. Kesamaan dengan genus *Bacillus* meliputi bakteri gram positif dan berbentuk batang, mendapatkan reaksi positif pada uji katalase, dan merupakan bakteri yang motil. Isolat AA5 mengarah pada genus *Alcaligenes*. Isolat tersebut memiliki beberapa kesamaan karakteristik dengan *Alcaligenes*. Kesamaan karakteristik tersebut meliputi bakteri Gram negatif dengan bentuk batang,

memproduksi katalase, adanya produksi indol, merupakan bakteri yang motil, serta menghasilkan alkali dari fermentasi karbohidrat.

Resistensi Bakteri Terhadap Dicofol

Hasil dari perlakuan ini, diketahui bahwa keenam isolat bakteri memiliki kemampuan resisten terhadap konsentrasi 90 ppm dicofol. Isolat bakteri AA6 memiliki jumlah sel terbanyak pada penambahan dicofol dengan konsentrasi 90 ppm. Jumlah sel isolat AA6 diperoleh sebanyak $7,9 \times 10^8$ sel, sedangkan isolat AA2 memiliki jumlah sel terendah pada media NB yang ditambah dicofol 90 ppm dengan jumlah sel bakteri $4,7 \times 10^7$. Hasil uji resistensi tersebut menyatakan bahwa isolat AA6 merupakan isolat yang dapat menggunakan dicofol sebagai sumber karbonnya, namun adanya nutrisi dari media NB dapat memberikan tambahan nutrisi untuk kebutuhan pertumbuhannya. Isolat AA2 merupakan isolat yang memiliki jumlah sel bakteri terendah (Gambar 1).



Gambar 1. Resistensi Isolat Bakteri terhadap Pestisida Dicofol dengan Inkubasi 24 Jam

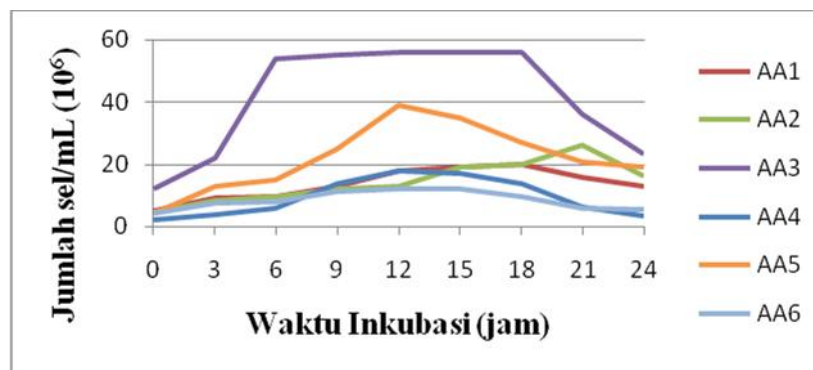
Kurva Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Dicofol

Gambar 2 menunjukkan bahwa setiap isolat bakteri memiliki bentuk kurva pertumbuhan yang berbeda. Perbedaan kurva pertumbuhan disebabkan oleh kemampuan isolat bakteri dalam memanfaatkan nutrisi yang terkandung pada media, sehingga terjadi perbedaan efektivitas metabolisme. Isolat bakteri pada media NA diinokulasi ke Media MSM ditambah dicofol 90 ppm yang digunakan sebagai pengukur pertumbuhan. Isolat yang diinokulasi dari medium memiliki nutrisi lengkap ke medium dengan keterbatasan nutrisi mempunyai fase lag (adaptasi) yang lama. Grafik kurva pertumbuhan menunjukkan beberapa isolat memiliki fase adaptasi yang cukup lama [12].

Kurva pertumbuhan isolat bakteri AA3 memiliki kurva pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan isolat bakteri lainnya. Peristiwa ini, menunjukkan bahwa isolat tersebut dapat memperbanyak diri lebih cepat

dibandingkan dengan kelima isolat yang lain. Fase logaritmik dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi di dalam medium, sehingga diketahui bahwa penggunaan medium MSM yang ditambah dengan dicofol 90 ppm dapat mempengaruhi laju kecepatan pertumbuhan. Isolat AA3 memiliki fase stasioner yang dilihat dari jam ke 6 hingga jam ke 18. Pada fase stasioner terjadi penurunan sumber energi, sehingga pada jam ke 21 bakteri mulai mengalami fase penurunan jumlah sel.

Isolat bakteri AA4 memiliki kurva pertumbuhan yang terendah. Hal tersebut dilihat pada jumlah sel yang rendah pada fase lag dari jam ke 0 hingga jam ke 6. Jumlah sel pada jam ke 24 dari isolat AA4 juga rendah, hal tersebut dapat terjadi karena isolat bakteri dapat menggunakan dicofol sebagai sumber karbonnya tetapi tidak dapat menggunakan hasil pemecahan dicofol sebagai sumber karbon dengan baik untuk pertumbuhannya



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Pestisida Dicofol yang Dikultivasi pada Media MSM+dicofol 90 ppm

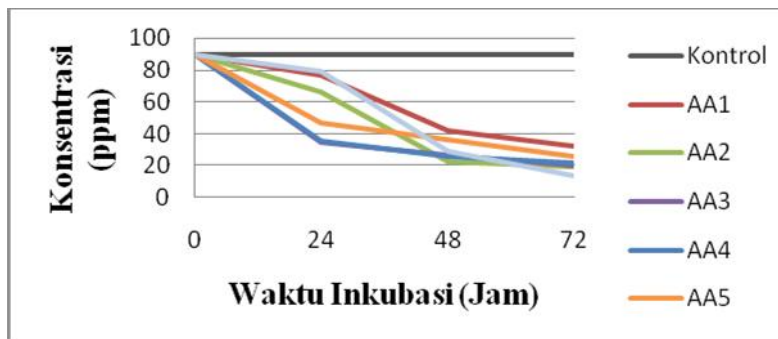
Degradasi Pestisida Dicofol oleh Isolat Bakteri dengan KCKT

Hasil dari penurunan degradasi dicofol dapat dilihat pada Gambar 3, yang menjelaskan bahwa konsentrasi

dicofol semakin tinggi maka waktu inkubasi akan semakin menurun. Isolat bakteri yang paling optimum dalam mendegradasi dicofol adalah isolat AA6 yang dapat menurunkan residu pestisida dicofol dengan KCKT

hingga 13,997 ppm dalam waktu 72 jam inkubasi. Isolat AA6 dapat mendegradasi 76,0 ppm (84,45%) pestisida dicofol. Isolat AA1 memiliki hasil degradasi 58,07 ppm (64,52%). Isolat AA1 merupakan isolat bakteri yang mampu mendegradasi dicofol dengan penurunan yang paling rendah diantara kelima isolat lainnya, sehingga pada waktu inkubasi 72 jam hanya dapat menurunkan konsentrasi dicofol hingga 31,93 ppm. Grafik penurunan konsentrasi dicofol oleh isolat AA3 dan AA4 memiliki grafik yang hampir sama. Hal tersebut berbanding terbalik dengan kurva pertumbuhan hingga 24 jam, yang menunjukkan bahwa isolat AA3 merupakan isolat yang memiliki kurva

pertumbuhan yang tinggi, sedangkan isolat AA4 memiliki kurva pertumbuhan yang rendah. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa isolat AA4 dapat memanfaatkan dicofol sebagai sumber karbon tetapi tidak dapat memanfaatkan hasil degradasi dicofol sebagai sumber karbon, sehingga isolat AA4 memiliki kurva pertumbuhan yang rendah. Hasil penurunan konsentrasi dicofol tersebut membuktikan bahwa isolat AA3, AA5, dan AA6 adalah bakteri yang dapat mendegradasi dicofol. Isolat AA1, AA2, dan AA4 juga memiliki potensi untuk mendegradasi dicofol.



Gambar 3. Penurunan Konsentrasi Pestisida Dicofol 90 ppm dengan KCKT

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa isolat tanah sawah di Kabupaten Karawang memiliki potensi untuk mendegradasi pestisida organoklorin dengan jenis dicofol. Hal tersebut terlihat dari didapat enam isolat AA1, AA2, AA3, AA4, AA5, dan AA6. Isolat AA1 diduga sebagai genus *Phenylobacterium*, isolat AA3 dan AA6 diduga sebagai genus *Pseudomonas*, isolat AA4 diduga sebagai genus

Bacillus isolat AA5 diduga sebagai genus *Alcaligenes*, namun isolat AA2 belum dapat diidentifikasi. Isolat AA6 merupakan isolat yang optimum dalam menurunkan konsentrasi dicofol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Agromikrobiologi, BPPT, Serpong Banten, yakni Bapak Priyo Wahyudi, M.Si dan ibu Dra. Sih Parmiyatni. Penelitian ini juga didukung oleh

Mikrobiologi, Biologi, Universitas Diponegoro, yakni Bapak Dra. Agung Suprihadi, M.Si dan Dra. Budi Raharjo, M.Si.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Pertanian dan Kehutanan. 2011. Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Karawang. <http://www.karawangkab.go.id/34-profil/119-dinas-pertanian-dan-kehutanan.html>. 15 Februari 2012.
- [2] Atmawidjaja, S., Daryono, H.T., dan Rudiyanto. 2004. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Residu Pestisida Metidation pada Tomat. *Acta Pharmaceutica Indonesia* 2(29) : 72-82.
- [3] Sustina, Itang. 2010. Mengatasi Hama Wereng Coklat. <http://www.karawanginfo.com>. 15 Februari 2012.
- [4] Zhou, G., liu, S., Li, Zhian, Zhang, D., Tang, Xuli, Zhou, Chuanyan, Yan, Junhua, and Mo, Jiangming. 2006. Old-Growth Forest Can Accumulate Carbon in Soils. *Science* 314(5804) : 14-17. Cyco, M., Marcin, W., and Zofia P.S. 2009. Biodegradation of the Organophosporus Insecticide Diazinon by *Serratia* sp. and *Pseudomonas* sp. and Their Use in Bioremediation of Contaminated Soil. *Chemosphere* 79 (2009) : 494-501.
- [5] Sudaryanto, A. Takashi, Shin, and Tanabe, Shinsuke. 2007. Persistent Toxic Substances in Environment of Indonesia. *Developments in Environmental Science* (7) : 587-627
- [6] Poerwanto, E.M., 1995. Pestisida Mikrobial dalam PHT. *Buletin Ilmu Terpadu*. UPN, Yogyakarta. Dalam : Dongowea, H.E. dan David, A (Eds). 1996. Biodegradasi Pestisida Organofosfat oleh *Pseudomonas* sp. *Biota* 1(2): 29-33.
- [7] Tarumingkeng, R.C. 1992. Insektisida; Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaannya. UKRIDA Press, Jakarta.
- [8] Hussain, S., Siddique, T., Arshad, M., and Saleem, M. 2009. Bioremediation and phytoremediation of pesticides. *Environment Scient Technol* (39) : 843-907.
- [9] Rahmansyah, M. dan Nunik, S. 2009. Performa Bakteri Pada Tanah Tercemar Pestisida. *Berita Biologi* 9(5): 657-664.
- [10] Cyco, M., Marcin, W., and Zofia P.S. 2009. Biodegradation of the Organophosporus Insecticide Diazinon by *Serratia* sp. and *Pseudomonas* sp. and Their Use in Bioremediation of Contaminated Soil. *Chemosphere* 79 (2009) : 494-501.
- [11] Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H., Staley, J.T., and William, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams and Walkins. United State of America.
- [12] Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi*. UMM press. Malang.