

**ANALISIS POTENSI AIR TANAH DAN STRATEGI
PENGELOLAAN YANG BERKELANJUTAN
DI KECAMATAN SUNGAI MANDAU KABUPATEN SIAK**

Gendraya Rohaini¹, Adrianto Ahmad², Tengku Nurhidayah³

¹Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

²Dosen Fakultas Teknik Universitas Riau

³Dosen Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

³Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi air tanah (ditinjau dari aspek kualitas fisik, kimia dan biologi) yang terdapat di Kecamatan Sei. Mandau, pola penyebaran dan strategi pengelolaannya yang berkelanjutan dengan menggunakan metode survey yakni melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Pengolahan data kedalaman air tanah dilakukan dengan menggunakan program Arc Gis 10 dan strategi pengelolaan yang berkelanjutan dirumuskan dengan menggunakan analisis SWOT berdasarkan wawancara langsung dan kuisioner kepada responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi geologi daerah penelitian mendukung untuk dijadikan sebagai kawasan potensial air tanah yang dapat dikelola secara berkelanjutan. Potensi air tanah yang dihitung dengan metode estimasi kuantitatif berdasarkan analisis data curah hujan adalah 298.537,70 juta m³/tahun, sedangkan kualitasnya secara umum memenuhi persyaratan baku mutu untuk air minum, kecuali di Desa Lubuk Jering dan Desa Sei. Selodang, uji lab menunjukkan bahwa akuifer air tanah dangkal di Desa ini sangat rentan terhadap polusi dari aktifitas permukaan, dimana kandungan bakteri *Ecoli* nya cukup tinggi yakni 920/100 ml air. Pola penyebaran potensi air tanah secara umum dibagi menjadi dua, yaitu sebaran air tanah dangkal dan sebaran air tanah dalam. Berdasarkan rekonstruksi data geologi, diketahui bahwa geometri dan pola konfigurasi akuifer air tanah dangkal mengikuti pola kontur topografi, tetapi kualitasnya tidak mengikuti pola tersebut, sedangkan pada air tanah dalam geometri dan pola konfigurasi akuifer tidak mengikuti pola kontur topografi, tetapi mengikuti pola stratigrafi dan struktur geologi, demikian pula dengan kualitasnya. Berdasarkan interpolasi kontur, diketahui bahwa pola aliran air tanah dalam umumnya mengikuti kecenderungan timur laut-barat daya.

Kata Kunci: Potensi air tanah, kualitas air tanah, strategi pengelolaan yang berkelanjutan

ABSTRACT

*The present research was aimed to find out ground water potential (viewed from the aspects of physical, chemical and biological quality) in Sei. Mandau District, distribution and sustainable management strategies using a survey method i.e., through direct observation and measurement in the field. The data of ground water depth were analyzed with Arc Gis 10 and the sustainable management strategies were formulated by SWOT analysis based on direct interview with respondents and questionnaire. The results show that the geological condition of the research location supports to become area of ground water of sustainable management. The ground water potential which was analyzed with quantitative estimation method based on the analysis of rainfall data was 298.537,70 million m³/year; while its general quality meets standard requirements as drinking water, except in Lubuk Jering Village and Sei. Selodang Village. The lab test shows that the ground water aquifer was shallow in these villages vulnerable to pollution of surface activities in that the *Ecoli* bacteria content was high enough, 920/100 ml of water.*

General distribution of the ground water consisted of two types, shallow and deep distributions. Geological data reconstruction reveals that the geometry and aquifer configuration of shallow ground water follows topographic contour pattern, but the quality does not follow any pattern; while the deep ground water does not follow topographical contour pattern but rather follows a stratigraphic pattern and structural geology like the quality. The contour interpolation reveals that the ground water in general flows to northeast and southwest.

Keywords: *ground water potential, ground water quality, sustainable management strategies*

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan dan kebijakan pengembangan suatu wilayah saat ini dan ke depan merupakan permasalahan yang tidak bisa dilepaskan. Kondisi geografis, ketersediaan faktor pendukung yang berasal dari alam seperti kondisi geologi, curah hujan, air, tanah, daerah resapan dan lahan hijau sudah mutlak harus dipertimbangkan karena akan menjadi penentu kenyamanan hidup manusia yang berada di dalam dan di sekitar lingkungan tersebut.

Pelayanan air bersih yang telah dilakukan oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Siak melalui Unit Pelayanan Teknis Air bersih (UPT-AB) saat ini, belum dapat menjangkau seluruh wilayah. Dimana dari 14 (empat belas) kecamatan yang ada, baru 7 (tujuh) Kecamatan yang sudah terlayani, sedangkan sisanya (termasuk Kecamatan Sungai Mandau) belum terjangkau oleh layanan air bersih ini. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Sungai Mandau saat ini umumnya masyarakat memanfaatkan air tanah dengan membuat sumur gali dan sumur bor disamping memanfaatkan air hujan yang dikumpulkan dalam bak-bak penampung (BPS Kabupaten Siak, 2011).

Belum tersedianya informasi yang detil menyangkut potensi air tanah di daerah ini membuat masyarakat, Pemerintahan Desa dan Pemerintah Kecamatan mengalami kesulitan dalam pembuatan sumur-sumur bor dan sumur gali untuk kebutuhan air bersihnya, sehingga di Kecamatan Sungai Mandau ini perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi air tanah yang tersedia secara detil dan upaya pemanfaatannya yang optimal melalui strategi pengelolaannya yang berkelanjutan.

Penelitian tentang analisis potensi air tanah dan strategi pengelolaan yang berkelanjutan di wilayah Kecamatan Sungai Mandau kabupaten Siak ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Menganalisis potensi air tanah (ditinjau dari aspek kualitas fisik, kimia dan biologi) yang terdapat di wilayah Kecamatan Sungai Mandau Kabupaten Siak.
2. Mengetahui pola penyebaran dan arah aliran air tanah di wilayah Kecamatan Sungai Mandau Kabupaten Siak.
3. Menentukan strategi yang dapat dilakukan untuk pengelolaan yang berkelanjutan sebagai upaya konservasi air tanah di wilayah Kecamatan Sungai Mandau Kabupaten Siak.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan sifatnya metode penelitian potensi air tanah ini termasuk penelitian eksploratif, sedangkan dalam pengumpulan/perekaman datanya, penelitian ini menggunakan metode survey dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Perhitungan potensi air tanah dilakukan dengan metode estimasi kuantitatif berdasarkan analisis data curah hujan. Untuk analisis SWOT yang diperlukan dalam penyusunan strategi pengelolaan yang berkelanjutan, pengumpulan data dilakukan dengan wawancara langsung

kapada responden dengan mengajukan pertanyaan, meminta tanggapan secara tertulis dimana responden juga melakukan pengisian kuisisioner tentang potensi air tanah dan pengelolaannya yang berkelanjutan, terutama dengan pihak-pihak berwenang (instansi terkait) dan masyarakat yang bersentuhan langsung dengan pemanfaatan dan pengelolaan air tanah di Kecamatan Sungai Mandau.

Penelitian ini juga menggunakan pendekatan studi kasus, yaitu penelitian yang menelaah secara mendalam suatu permasalahan pada tempat dan waktu tertentu yang hasilnya belum tentu akan berlaku di daerah lain meski dengan objek penelitian yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi

Berdasarkan peta geologi regional lembar Pekanbaru dan lembar Siak Sri Indrapura serta hasil pengamatan di lapangan, diketahui bahwa sebagian besar wilayah Kecamatan Sei. Mandau selain terdiri dari Formasi Minas, juga Formasi Geologi muda yaitu Aluvium muda dan Aluvium tua. Menurut Clark et al, (1982) Formasi Geologi Muda ini terbentuk pada zaman kuartar. Aluvium tua umumnya merupakan bagian kering, sedangkan aluvium muda menempati cekungan atau daerah belakang pantai yang berawa dan alur-alur pasang surut.

Daerah penelitian termasuk dalam stratigrafi regional Pekanbaru dan Dumai yang merupakan bagian dari sub cekungan Sumatera Tengah (Clarke *et al.* 1982 dan Cameron *et al.* 1982). Dengan mengacu pada konsep SSI tahun 1996, maka di daerah penelitian dapat dilakukan penggolongan lapisan batuan menjadi 4 (empat) satuan batuan yaitu satuan endapan Aluvium muda, satuan endapan Aluvium tua, satuan batupasir-batulempung (formasi Minas) dan satuan batulempung (formasi Minas).

Struktur geologi di daerah penelitian diketahui berdasarkan data-data yang dijumpai di lapangan dan analisis peta geologi regional. Data yang ditemukan di lapangan adalah berupa kenampakan morfologi, kelurusan sungai, kedudukan jurus dan kemiringan perlapisan batuan serta data-data struktur penyerta lainnya. Berdasarkan pada pengamatan di lapangan dan hasil analisis data sekunder, maka dapat disimpulkan bahwa gerak-gerak tektonik di daerah penelitian telah menghasilkan struktur-struktur geologi berupa struktur kekar dan struktur lipatan.

Klimatologi dan Potensi Air Tanah

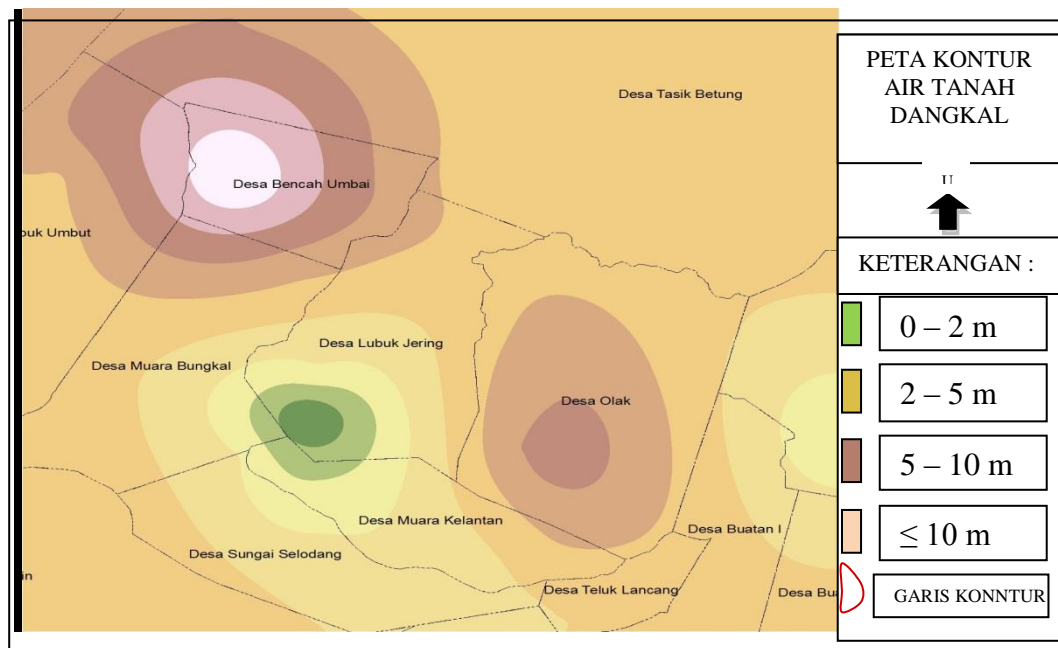
Secara klimatologis, wilayah Kecamatan Sungai Mandau memiliki tingkat curah hujan yang cukup tinggi. Berdasarkan analisis data curah hujan yang diperoleh dari BMKG Provinsi Riau dalam kurun waktu 5 tahun terakhir, diketahui bahwa bulan basah berlangsung pada bulan September hingga Januari dengan rata-rata curah hujan mencapai 254 mm, sedangkan bulan kering berlangsung pada bulan Juni hingga Agustus dengan rata-rata 166 mm.

Potensi air tanah di daerah penelitian memiliki penyebaran yang tidak merata. Perhitungan potensi air tanah di daerah penelitian, dilakukan terhadap jumlah imbunan air tanah bebas secara vertikal (*vertical groundwater recharge*) oleh air hujan yang dihitung dengan metode estimasi kuantitatif.

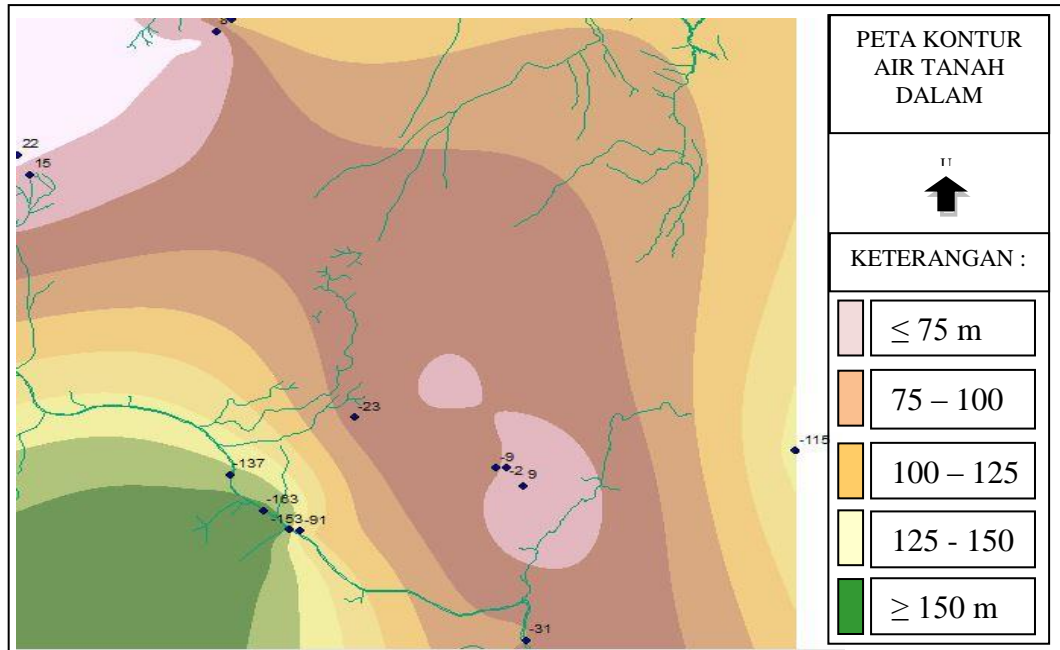
Berdasarkan analisis data curah hujan di Kecamatan Sungai Mandau, diperoleh hasil intensitas curah hujan tahunan berkisar antara 2148 mm/tahun- 2.741 mm/tahun atau rata-rata tahunan sebesar 2.472,08 mm/tahun dengan rata-rata bulanan sebesar 206 mm. Bila air dari curah hujan ini jatuh di atas daerah CAT Pekanbaru dan CAT Jambi-Dumai dengan luas

sekitar 1.704,90 km² atau 1.704,90 juta m², maka akan diperoleh debit air yang masuk sekitar 351.220,8 juta m³/tahun. Jika *run off* di wilayah ini adalah 15 % (BPS Siak, 2012), maka potensi air tanah yang tersedia menjadi 298.537,70 juta m³/tahun. Hasil perhitungan dengan metode tersebut menunjukkan jumlah imbunan air tanah di daerah penelitian cukup tinggi, namun belum dibedakan jenis akuifernya menjadi akuifer bebas (*unconfine aquifer*) atau akuifer tertekan (*confine aquifer*).

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, kondisi air tanah di Kecamatan Sungai Mandau tidak seragam, terutama untuk kedalaman akuifernya. Secara umum penyebaran air tanah dangkal semakin dalam di Desa Bencah Umbai, Lubuk Umbut dan Tasik betung, terutama pada daerah dengan topografi yang lebih tinggi, sedangkan pada air tanah dalam ada kecenderungan semakin dalam posisinya di Desa Sei. Selodang, Muara Bungkal dan Muara Kelantan yang mencerminkan adanya pengaruh struktur sinklin. Data pengukuran dari sungai, danau, sumur gali dan sumur bor yang ada di daerah penelitian memperlihatkan adanya variasi dari kedalaman air tanah dangkal dan air tanah dalam. Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini memperlihatkan kedalaman dan pola penyebaran air tanah dangkal dan air tanah dalam berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* Arc Gis 10.1.



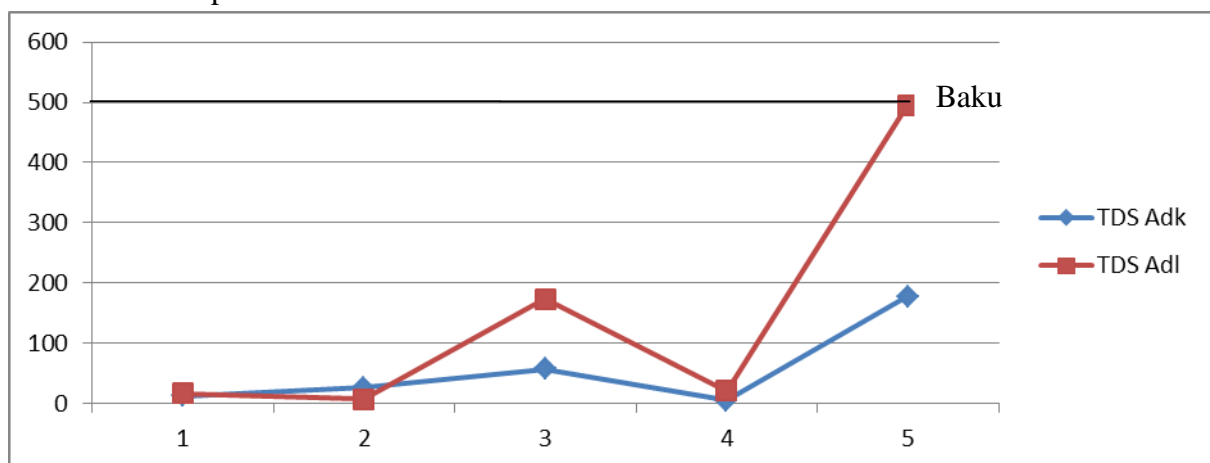
Gambar 1. Kedalaman dan pola penyebaran air tanah dangkal.



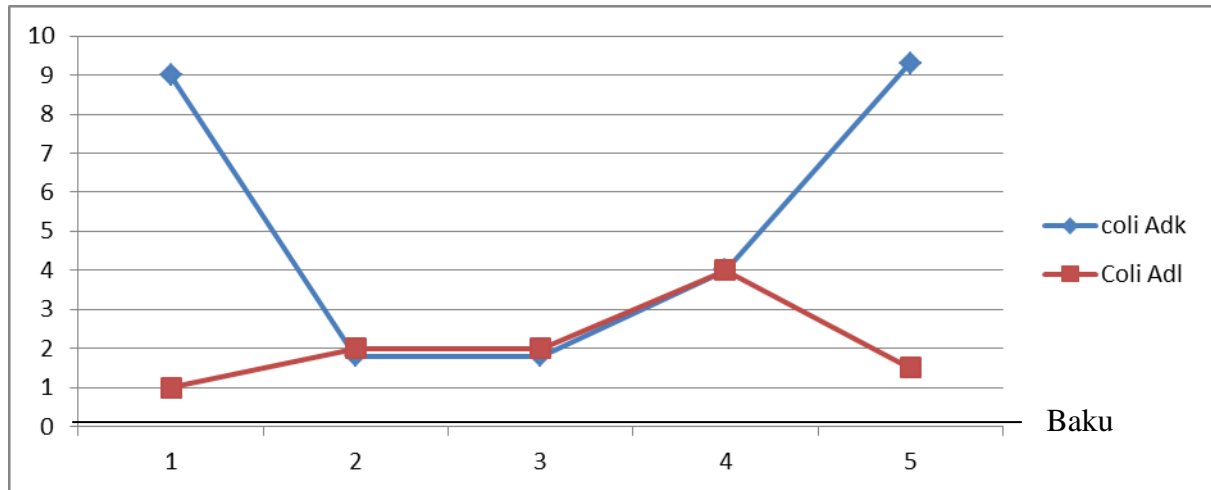
Gambar 2. Kedalaman dan pola penyebaran air tanah dalam.

Menurut Zeffitni (2011), potensi (kuantitas) air tanah dipengaruhi oleh jenis dan sifat fisik batuan (kesarangan dan kelulusan batuan), morfologi, curah hujan dan tutupan lahan. Karena adanya perbedaan faktor-faktor inilah, sehingga menyebabkan penyebaran potensi air tanah di daerah penelitian menjadi tidak merata pada setiap tempat.

Kualitas air tanah di daerah penelitian berdasarkan perbandingan hasil analisis kimia sampel air tanah terhadap baku mutu air minum Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.907/ MENKES/ SK/ VII/ 2002 tentang Persyaratan Kualitas Air minum, menunjukkan bahwa air tanah dangkal maupun dalam di daerah penelitian umumnya memenuhi baku mutu kualitas air minum, kecuali derajat keasaman (pH) yang menunjukkan bahwa sebagian air tanah bersifat asam ($\text{pH} \leq 6,5$), dan kandungan bakteri *coliform* yang mengindikasikan bahwa sebagian air tanah dangkal telah tercemar. Gambar 3 dan Gambar 4 di bawah ini memperlihatkan kondisi kualitas air tanah dari parameter TDS dan Coliform air tanah di daerah penelitian.



Gambar 3. Sebaran kadar TDS air tanah dangkal dan air tanah dalam pada berbagai titik sampel.



Gambar 4. Sebaran kandungan *coliform* air tanah dangkal dan air tanah dalam pada berbagai titik sampel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data serta pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi Geologi daerah penelitian mendukung untuk dijadikan sebagai Kawasan potensial air tanah yang dapat dikelola secara berkelanjutan, karena memiliki litologi yang dapat berfungsi sebagai akuifer dan adanya struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin.yang berfungsi untuk menangkap dan mengalirkan air permukaan dan air resapan ke daerah yang topografinya lebih rendah, sehingga akuifer air tanah dangkal akan mendapat suplai air yang cukup dan terus menerus.
2. Struktur sinklin di Desa Sei.Selodang, Desa Muara Bungkal dan Desa Muara Kelantan berfungsi sebagai pusat berkumpulnya air tanah dalam dari arah yang lebih tinggi, sehingga air sumur bor dapat mengalir dengan sendirinya (*flowing*).
3. Batuan lempung di bawah permukaan akan berfungsi sebagai media kedap air (*Impermeable zone*) sehingga akan dapat memberi tekanan hidrolik pada aliran air tanah.
4. Potensi air tanah di daerah penelitian yang dilakukan terhadap jumlah imbuhan air tanah bebas secara vertikal (*vertical groundwater recharge*) oleh air hujan yang dihitung dengan metode estimasi kuantitatif adalah 298.537,70 juta m³/tahun, dan kebutuhan air bersih minimum daerah Kecamatan Sei. Mandau tahun 2012 dengan jumlah penduduk 6.978 jiwa adalah 697.800 liter per hari atau 697,8M³/hari.
5. Pola penyebaran potensi air tanah di daerah penelitian secara umum dibagi menjadi dua, yaitu sebaran air tanah dangkal dan sebaran air tanah dalam. Geometri dan pola konfigurasi akuifer bebas (air tanah dangkal) mengikuti pola kontur topografi. Sedangkan untuk pola penyebaran kualitasnya tidak mengikuti pola tertentu.
6. Geometri dan pola konfigurasi akuifer tertekan (air tanah dalam) tidak mengikuti pola kontur topografi, tetapi lebih kepada pola stratigrafi dan struktur geologi.
7. Dari interpolasi kontur yang dihasilkan, diketahui pola dan arah aliran air tanah umumnya mengikuti tren timur laut-barat daya dan berhubungan dengan formasi geologi, sehingga menimbulkan zona yang berbeda dan membutuhkan pengelolaan yang berbeda.

8. Level air terdalam terdapat di barat daya di bawah lapisan *clay* abu-abu sebagai bagian dari Formasi Aluvium Tua. Hal ini disebabkan oleh struktur sinklin sehingga menyebabkan lapisan akuifer berada lebih di bawah.
9. Level air tanah dangkal (1 sampai 3 meter) di Desa Lubuk Jering dan Sei. Selodang menunjukkan bahwa akuifer air tanah di daerah ini sangat rentan terhadap polusi terkait aktifitas permukaan, terutama *septic tank* dimana hasil pemeriksaan lab menunjukkan angka bakteri Ecoli yang cukup tinggi yakni 920/100 ml air.
10. Perilaku masyarakat di Kecamatan Sungai Mandau terhadap lingkungan seperti menjaga kebersihan dan kelestarian alam umumnya masih rendah, untuk merubah perilaku masyarakat supaya sadar terhadap lingkungan diperlukan upaya seperti pembinaan dan penyuluhan secara berkelanjutan.
11. Strategi pengelolaan potensi air tanah di Kecamatan Sungai Mandau dalam jangka pendek adalah:
 - a. Peningkatan fasilitas sumber air tanah dangkal (sumur dangkal permanen) dan fasilitas sanitasi lingkungan yang sehat.
 - b. Peningkatan kemampuan sumberdaya manusia melalui proses pendidikan dan latihan.
 - c. Penyuluhan sadar lingkungan dan pemanfaatan lahan bagi masyarakat, swasta maupun aparat pemerintah melalui media cetak dan elektronik.
12. Strategi pengelolaan potensi air tanah di Kecamatan Sungai Mandau dalam jangka panjang adalah:
 - a. Penyusunan dokumen perencanaan dan pemanfaatan potensi air tanah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan serta dapat diterima masyarakat, mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian dan pendapatan asli daerah (PAD).
 - b. Pembangunan fasilitas umum yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk masyarakat masa kini dan masa akan datang.
 - c. Menyelenggarakan penyuluhan sadar lingkungan dan pemanfaatan lahan secara kontiniu agar dapat mencegah timbulnya alih fungsi lahan khususnya di kawasan resapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada semua pihak yang terkait dalam penulisan ini, terutama Pemerintah Daerah Kabupaten Siak yang telah memberikan dukungan dana melalui Badan Kepegawaian Daerah dan Dinas Pertambangan dan Energi atas data sekunder dan izin untuk melakukan penelitian mengenai analisis potensi air tanah dan strategi pengelolaan yang berkelanjutan di Kecamatan Sei. Mandau Kabupaten Siak. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan sentuhan yang manis, saran dan koreksi atas penulisan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cameron, N.R., Ghazali, S.A. dan Thompson, S.J., 1982. *Peta Geologi Lembar Siak Sri Indrapura & Tg. Pinang, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Jakarta.
- Clarke, M.C.G., Kartawa, W., Djunuddin, A., Suganda, E. dan Bagdja, M., 1982. *Peta Geologi Lembar Pakanbaru, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Jakarta.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Persyaratan Kualitas Air minum.

Zeffitni, 2010. *Agihan Spasial Potensi Airtanah Berdasarkan Kriteria Kualitas di Cekungan Airtanah Palu Provinsi Sulawesi Tengah*. Majalah Ilmiah Mektek Tahun XII. No. 03, September 2010

UJI FITOTOKSISITAS ABU TERBANG BATUBARA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI PADI

Hafiz Fauzana⁽¹⁾, F.X. Wagiman⁽²⁾, Edhi Martono⁽²⁾

(1) Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau

(2) Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

E-mail : fauzana_hafiz@yahoo.co.id

ABSTRAK

Efek pemaparan abu terbang batubara (ATB) terhadap fitotoksisitas pada tanaman padi dikaji pada kondisi semi lapangan. ATB diperoleh dari PT. PLN Pembangkitan Tanjung Jati B, Kab. Jepara, Jawa Tengah. Tujuan dari penelitian adalah mengkaji dampak aplikasi ATB terhadap fitotoksisitas, pertumbuhan, dan produksi tanaman padi. Penelitian dilaksanakan di Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya Hayati Universitas Gadjah Mada. Penelitian dilakukan pada kondisi semi lapangan di pot. Dosis ATB yang diaplikasikan dosis rendah yaitu 20 g/rumpun (± 5 ton/ ha) disemprot air dan tanpa disemprot air sebelum pemaparan, dan dosis tinggi yaitu 120 g/rumpun (± 30 ton/ha) disemprot air dan tanpa disemprot air sebelum pemaparan. Hasil kajian fitotoksisitas tanaman padi menunjukkan semua perlakuan ATB yang dipaparkan tidak menimbulkan gejala fitotoksisitas padi, meskipun persistensi ATB periode 6 hari masih ada pada permukaan tanaman. Hasil kajian menunjukkan semua perlakuan ATB yang dipaparkan tidak menunjukkan gejala fitotoksisitas padi, meskipun persistensi ATB periode 6 hari masih ada pada permukaan tanaman. Perlakuan ATB tidak mempengaruhi pertumbuhan padi dan produksi, dimana pada dosis tinggi menghasilkan bobot gabah kering, bobot gabah kering giling, bobot 1000 butir paling tinggi, tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Kata kunci : Abu terbang batubara, fitotoksisitas, pemaparan, padi

ABSTRACT

The effect of the exposure of coal fly ash (CFA) to phytotoxicity on rice plants was tested under a semi-field condition. CFA was obtained from Tanjung Jati B Power Station of PT PLN (State Electricity Corporation Ltd) in Jepara District, Central Java. The purpose of the study is to assess the impact of application ATB phytotoxicity, growth, and yield of rice plants. ATB obtained from PT . Tanjung Jati B Power PLN Jepara , Central Java . The experiment was conducted at the Center for Biological Resources Management Studies , University of Gadjah Mada. The study was conducted on a semi- field conditions in the pot . Dose ATB applied low dose of 20 g / clump (± 5 tonnes / ha) sprayed water and without sprayed water before exposure and the high dose of 120 g / clump (± 30 ton / ha) sprayed water and without sprayed water before exposure. Results of the rice crop phytotoxicity study showed that all CFA treatment presented no symptoms of phytotoxicity of rice, despite the persistence of CFA during the seventh day period that still existed on the surface of the plant. The findings showed all the CFA treatment presented no symptoms of phytotoxicity of rice were found, despite the persistence of CFA during the 6 day period that still existed on the surface of the plant. CFA treatment did not affect rice growth and production, which in high

doses produced dry weight grain, weight of milled rice and the highest 1000 grain weight, which was not significantly different from the controls.

Key words: *coal fly ash, phytotoxicity, exposure, rice*

PENDAHULUAN

Abu terbang batubara diyakini dapat membunuh WBPC, mekanisme (*mode of action*) aktivitas ATB terhadap WBPC perlu diketahui. Dugaan sementara ATB mengganggu proses makan karena mandibula rusak (Narayanasamy, 1994) sehingga serangga berhenti makan (*stop feeding*) dan mati kelaparan. WBPC dimungkinkan tidak mengalami kerusakan alat mulut mengingat stilet menusuk jaringan padi. WBPC mati akibat pemaparan ATB diyakini melalui tiga mekanisme. Abu terbang batubara diyakini dapat membunuh WBPC, mekanisme (*mode of action*) aktivitas ATB terhadap WBPC perlu diketahui. Dugaan sementara ATB mengganggu proses makan karena mandibula rusak (Narayanasamy, 1994) sehingga serangga berhenti makan (*stop feeding*) dan mati kelaparan. WBPC dimungkinkan tidak mengalami kerusakan alat mulut mengingat stilet menusuk jaringan padi. WBPC mati akibat pemaparan ATB diyakini melalui tiga mekanisme. Tetapi apakah mungkin ATB diaplikasikan mengingat pemaparan ATB pada tanaman kemungkinan dapat menyebabkan fitotoksisitas pada tanaman padi. Penelitian ini mengkaji dugaan tersebut

Daun sebagai organ fotosintesis sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mengingat di dalam daun selain dihasilkan fotosintat juga senyawa organik lain seperti hormon pertumbuhan (Gardner *et al.*, 1991). Deposit partikel debu pada permukaan daun dapat mempengaruhi fisiologi tanaman, baik secara fisik, kimia dan biokimia tanaman. Deposit ATB pada permukaan tanaman dapat menimbulkan fitotoksisitas pada tanaman apabila sistem kerja tanaman seperti fotosintesis, respirasi dan sebagainya terganggu oleh ATB, selain itu karena ATB mengandung unsur-unsur logam berat yang diduga fototoksik bagi tanaman.

Deposit ATB di permukaan daun *Brassica chinensis* menyumbat bukaan stomata dan menurunkan laju transpirasi dan asimilasi karbon. Fenomena ini yang menyebabkan penurunan signifikan dalam tingkat fotosintesis, sedangkan efeknya terhadap efisiensi fotokimia (Fv/Fm) tidak berbeda nyata dengan kontrol (Ulrichs *et al.*, 2009).

Tujuan dari penelitian adalah mengkaji dampak aplikasi ATB terhadap fitotoksisitas, pertumbuhan dan produksi tanaman padi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada kondisi semi lapangan. Bibit padi varietas IR-64 umur 14 hari digunakan sebagai tanaman uji. Bibit sebanyak 5 tanaman di tanam pada media lumpur dari sawah yang telah disiapkan dalam ember. Dosis ATB yang dipakai adalah dosis rendah yaitu 20 g/rumpun (± 5 ton/ha) dan dosis tinggi yaitu 120 g/rumpun (± 30 ton/ha). Tanaman padi dipelihara dengan pemberian air yang cukup. Sinar matahari penuh selama 12 jam per hari.

Perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut :

- A = tanpa perlakuan ATB (kontrol)
- B = perlakuan ATB dosis rendah 5 ton/ha, disemprot air sebelum pemaparan ATB
- C = perlakuan ATB dosis rendah 5 ton/ha, tanpa disemprot air
- D = perlakuan ATB dosis tinggi 30 ton/ha, disemprot air sebelum pemaparan ATB

E = perlakuan ATB dosis tinggi 30 ton/ha, tanpa disemprot air.

ATB dihembuskan pada rumpun padi dengan alat gama *duster*. Sebelum pemaparan ATB, tanaman padi disungkup dengan sungkup plastik berdiameter 28 cm, tinggi 76 cm, untuk mencegah ATB mengenai rumpun tanaman perlakuan lainnya. Sungkup dipakai hanya saat aplikasi, selesai aplikasi diambil lagi. Pemaparan dilakukan pada pagi hari jam 07.00 Wib. Periode pemaparan saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST), 14, 21, 28, 35, dan 42 HST. Pengamatan gejala fitotoksisitas dan persistensi ATB dilakukan setiap hari sejak satu hari sampai hari ke enam setelah pemaparan ATB.

Tingkat fitotoksisitas diukur berdasarkan skala EWRS (*European Weed Research Society*) dari 1 – 7, meliputi perubahan abnormal pada tanaman padi. Tolok ukur tingkat fitotoksisitas adalah sebagai berikut (Arfan, 2008).

Skor 1 : Kerusakan 0%, bentuk dan warna pelepah daun normal

Skor 2 : Kerusakan sangat ringan 1–5%, bentuk dan warna pelepah daun tidak normal

Skor 3 : Kerusakan ringan 6–20%, bentuk dan warna pelepah daun tidak normal

Skor 4 : Kerusakan sedang 21–40%, bentuk dan warna pelepah daun tidak normal

Skor 5 : Kerusakan berat 41–60%, bentuk dan warna pelepah daun tidak normal

Skor 6 : Kerusakan sangat berat 61–80%, bentuk dan warna pelepah daun tidak normal

Skor 7 : Kerusakan total, lebih dari 80%, bentuk dan warna pelepah daun tidak normal sampai tanaman mati.

Persistensi ATB adalah lama bertahannya ATB menutupi permukaan tanaman padi.

Tingkat persistensi ATB pada permukaan tanaman padi diukur berdasarkan skala 1 – 7. Tolok ukur tingkat persistensi ATB pada permukaan tanaman padi adalah sebagai berikut (Gambar 1).

Skor 1 : ATB tidak tampak pada permukaan tanaman padi (0%)

Skor 2 : ATB menutup permukaan pelepah daun 1–5%

Skor 3 : ATB menutup permukaan pelepah daun 6–20%

Skor 4 : ATB menutup permukaan pelepah daun 21–40%

Skor 5 : ATB menutup permukaan pelepah daun 41–60%

Skor 6 : ATB menutup permukaan pelepah daun 61–80%

Skor 7 : ATB menutup permukaan pelepah daun lebih dari 80%.



Gambar 1. Tingkat persistensi ATB pada permukaan tanaman padi

Parameter pertumbuhan tanaman padi meliputi tinggi tanaman, lebar pelepah daun, jumlah anakan. Parameter produksi meliputi bobot gabah kering, bobot gabah kering giling, persentase butir gabah bernas, bobot 1000 butir gabah. Tinggi tanaman diamati pada saat tanaman fase vegetatif, pengukuran dari pangkal batang utama sampai ujung pelepah daun tertinggi dalam satuan cm. Pengukuran menggunakan penggaris. Lebar pelepah daun diamati satu kali seminggu mulai dari 14 hari setelah tanam sampai akhir fase vegetatif. Jumlah anakan diamati dengan menghitung banyaknya anakan yang tumbuh. Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali, mulai tanaman berumur 14 hari setelah tanam sampai panen. Gabah hasil panen per rumpun ditimbang untuk mendapatkan bobot gabah kering dan bobot gabah kering giling. Persentase butir gabah bernas (GB) diperoleh dengan cara menghitung jumlah gabah bernas pada setiap rumpun tanaman sampel (A) dan jumlah semua butir gabah per rumpun (B). Persentase gabah bernas dihitung dengan rumus $GB = A/B \times 100\%$. Bobot 1000 butir gabah dengan mengambil 1000 butir gabah kering giling, kemudian ditimbang. Rancangan percobaan adalah faktor tunggal RCBD dengan empat kali ulangan dan DMRT diaplikasikan untuk menentukan signifikansi perbedaan pertumbuhan dan produksi padi di antara perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fitotoksisitas tanaman padi

Perlakuan ATB dosis 5 ton/ha dan 30 ton/ha ke tanaman padi yang disemprot dan tanpa disemprot air sebelum perlakuan, dari pengamatan selama enam hari setelah perlakuan tidak menunjukkan gejala fitotoksisitas (Tabel 1).

Tabel 1. Skor fitotoksisitas tanaman padi dengan pemaparan ATB

Perlakuan ATB (ton/ha)	Skor fitotoksisitas (ulangan)					Rerata
	I	II	III	IV	V	
0	1	1	1	1	1	1
5 disemprot air	1	1	1	1	1	1
5 tanpa disemprot air	1	1	1	1	1	1
30 disemprot air	1	1	1	1	1	1
30 tanpa disemprot air	1	1	1	1	1	1

Aplikasi ATB menutup permukaan pelepah daun tanaman padi diduga mengganggu proses fisiologis seperti membuka dan menutup stomata dan proses fotosintesis di pelepah daun. Daun sebagai organ fotosintesis sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mengingat di daun selain dihasilkan fotosintat juga senyawa organik lain seperti hormon pertumbuhan (Gardner *et al.*, 1991).

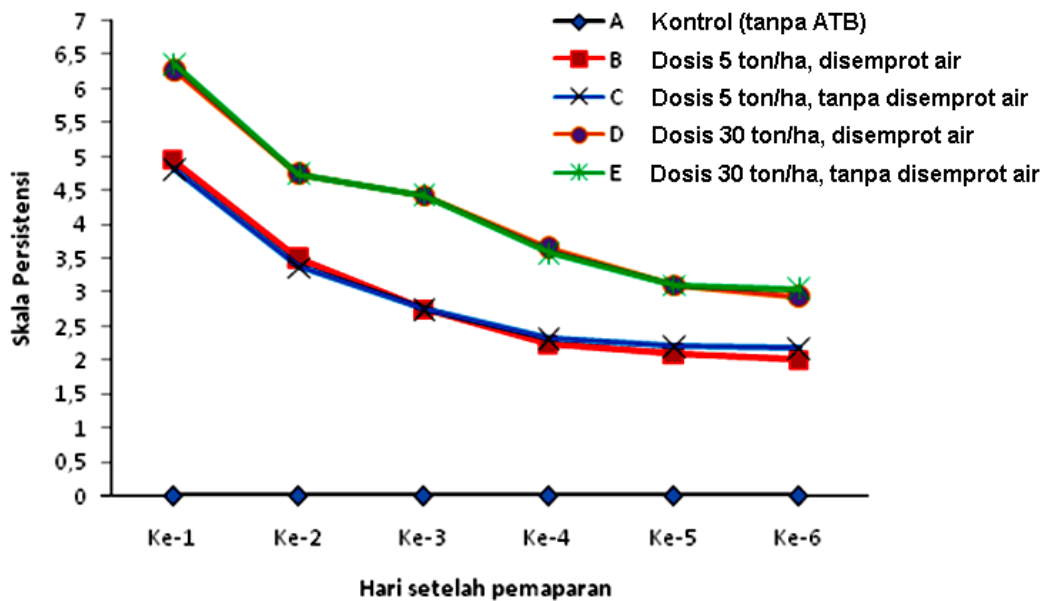
Tidak terjadinya fitotoksisitas tanaman padi dengan perlakuan ATB mungkin disebabkan kadar unsur beracun atau elemen logam berat yaitu unsur Cd tidak terdeteksi, serta kadar unsur Pb, dan Cr sangat rendah yaitu 0,0031 dan 0,0135% (Tabel 5). Aplikasi ATB pada tanah, elemen-elemen beracun pada ATB dapat diserap oleh tanaman yang akhirnya dapat masuk ke dalam rantai makanan. Namun, jumlah absolut dari elemen dalam ATB rendah yang mungkin tidak mengakibatkan efek negatif ke dalam tanaman. Hasil penelitian Bhopal mengenai penyerapan logam berat oleh beberapa tanaman sayuran dan diamati bahwa serapan yang cukup rendah dan tetap dalam kisaran normal. *Central Fuel Research Institute* (CFRI), Dhanbad mengamati bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan

dalam penyerapan logam berat antara kontrol dan petak yang diperlakukan dengan ATB. Meskipun ATB mengandung logam berat, penyerapan dan akumulasi ini dengan tanaman sangat diabaikan (Aktar, 2008). Adanya elemen logam berat terlalu rendah untuk membuat dampak yang membahayakan (Kumar *et al.*, 2005).

Abu terbang batubara yang diaplikasikan ke tanaman, berpengaruh atau tidaknya terhadap tanaman, ditentukan seberapa lamanya permukaan tanaman tertutup oleh ATB. Menurut Ulrichs *et al.*, (2009) bahwa efek fisik debu ATB pada permukaan tanaman mempengaruhi fisiologis, kimia dan biokimia tanaman tergantung tingkat deposit debu (dosis) dan lamanya persistensi ATB.

Persistensi ATB

Persistensi ATB pada permukaan tanaman padi dosis 5 ton/ha dan 30 ton/ha yang disemprot dan tanpa disemprot air sebelum perlakuan menunjukkan penurunan dengan bertambahnya hari setelah pemaparan. Persistensi ATB pada permukaan tanaman padi tetap bertahan dalam periode 6 hari setelah pemaparan. Terjadinya penurunan persistensi ATB berbanding linear dengan bertambahnya hari setelah pemaparan. Pada hari yang ke-6 persistensi ATB dosis 5 ton/ha baik yang disemprot air sebelumnya atau yang tidak, berada pada skala 2 (persistensi 1 – 5%), sementara persistensi ATB dosis 30 ton/ha baik yang disemprot air sebelumnya atau yang tidak pada hari ke-6, kisarannya berada pada skala 2,937 – 3,05 (persistensi 6 – 20%) (Gambar 2). Jadi, persistensi ditentukan oleh dosis aplikasi ATB.



Gambar 2. Grafik persistensi ATB pada permukaan tanaman padi dalam periode seminggu setelah pemaparan

Persistensi merupakan jangka waktu senyawa aktif insektisida masih berada dan mempunyai aktivitas biologi pada tanaman (Matsumura, 1985). Fase persistensi insektisida terdapat hubungan garis lurus terhadap waktu. Persistensi berlangsung dua tahap yaitu proses disipasi (menghilangnya residu yang sangat cepat), dan proses persistensi (menghilangnya residu yang berlangsung lambat) (Tarumingkeng, 1977).

Kadar insektisida setelah waktu tertentu di lingkungan, mengalami perubahan, karena degradasi dan perpindahan. Degradasi dan perpindahan dapat dipengaruhi oleh faktor fisik seperti aliran air, dan udara (Syahputra, 2004). Diperkuat oleh Chamberlain (1967) bahwa persistensi ATB pada tanaman dipengaruhi oleh faktor fisik seperti angin dan curah hujan. Kecepatan angin faktor penting mempengaruhi persistensi ATB, dan curah hujan pembatas utama aplikasi ATB di daun. Faktor curah hujan yang memberikan pengaruh pencucian dan degradasi ATB dalam penelitian ini diabaikan, karena tanaman disungkup plastik dan selama pengamatan tidak terjadi hujan.

Pertumbuhan tanaman

Pemaparan ATB 5 ton/ha dan 30 ton/ha ke tanaman padi yang disemprot dan tanpa disemprot air sebelum pemaparan, menunjukkan berbeda signifikan terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan, berbeda tidak nyata terhadap lebar pelepah padi (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi dengan pemaparan ATB (per rumpun)

Perlakuan ATB (ton/ha)	Tinggi tanaman (cm)	Lebar pelepah daun (cm)	Jumlah anakan
0	79,00 ± 1,63 a	1,10 ± 0,04 a	19,85 ± 4,03 a
5 disemprot air	78,75 ± 6,94 a	0,97 ± 0,11 a	20,14 ± 6,34 a
5 tanpa disemprot air	83,25 ± 5,61 b	0,96 ± 0,04 a	17,98 ± 3,63 a
30 disemprot air	82,25 ± 5,37 b	1,03 ± 0,10 a	17,06 ± 6,42 ab
30 tanpa disemprot air	84,75 ± 1,89 b	0,97 ± 0,09 a	15,34 ± 3,61 b

Keterangan : Angka rerata di dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata, DMRT $\alpha_{0,05}$

Secara umum perlakuan ATB tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman ditunjukkan tinggi tanaman dan lebar pelepah daun lebih tinggi atau setara dengan kontrol. Menurut Ulrichs *et al.* (2009) perlakuan ATB ke daun tidak menunjukkan efek selama 4 minggu terhadap habitus, tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman *Branssica chinensis*.

Unsur K, Ca, dan Mg dalam jaringan daun sayuran yang ditanam di tanah yang diaplikasikan ATB tidak meningkat secara konsisten. Konsentrasi unsur S, Mo, B, Al, Se, Sr, As, Ba, Cs, Rb, W, dan V secara signifikan meningkat pada daun tanaman yang ditanam di tanah yang diaplikasikan ATB dibanding dengan tanaman tanpa aplikasi ATB (Adriano *et al.*, 1980). Peningkatan unsur hara pada jaringan tanaman yang diperlakukan dengan ATB, relevan interaksinya meningkatkan pertumbuhan tanaman padi.

Produksi

Pemaparan ATB 5 ton/ha dan 30 ton/ha ke tanaman padi yang disemprot dan tanpa disemprot air, menunjukkan berbeda signifikan terhadap bobot gabah kering dan bobot gabah kering giling, serta berbeda tidak nyata terhadap persentase butir gabah bernaas dan bobot 1000 butir gabah (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh pemaparan ATB terhadap hasil panen tanaman padi (per rumpun)

Perlakuan ATB (ton/ha)	Bobot gabah kering (g)	Bobot gabah kering giling (g)	Persentase butir gabah bernaas (%)	Bobot 1000 butir gabah (mg)
---------------------------	------------------------------	-------------------------------------	--	-----------------------------------

0	47,26 ± 4,28ab	40,72 ± 2,93a	91,19 ± 3,33a	23,16 ± 0,4a
5 disemprot air	42,47 ± 10,2b	36,74 ± 8,70b	92,51 ± 5,45a	23,01 ± 0,7a
5 tanpa disemprot air	49,65 ± 9,70a	41,62 ± 8,18a	92,66 ± 2,07a	23,42 ± 0,77a
30 disemprot air	50,69 ± 16,14a	41,46 ± 13,4a	90,34 ± 2,10a	22,43 ± 1,27a
30 tanpa disemprot air	47,63 ± 6,61b	39,53 ± 5,49ab	92,67 ± 2,90a	22,48 ± 0,30a

Keterangan : Angka rerata di dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata, DMRT $\alpha_{0,05}$

Secara umum terlihat bahwa perlakuan ATB tidak berpengaruh negatif terhadap produksi tetapi cenderung positif. Produktifitas tertinggi dicapai dengan aplikasi ATB 30 ton/ha dimana tidak berbeda nyata dengan kontrol, bahkan bobot gabah kering lebih tinggi dari kontrol (Tabel 3).

Tanaman padi yang diaplikasi ATB 10 ton/ha yang dikombinasikan dengan sumber bahan organik dan anorganik, meningkatkan konsentrasi unsur-unsur makro (N, P, Ca dan Mg) pada butir padi dibandingkan dengan kombinasi yang sama tetapi tanpa ATB (Aktar, 2008). Dengan demikian aplikasi ATB akan meningkatkan unsur-unsur hara tanaman, diduga akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ATB tidak menyebabkan fitotoksisitas tanaman padi, tidak mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi, meskipun persistensinya berlangsung selama 6 hari setelah aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano, D.C., A.L. Page, A.A. Elseewi, A.C. Chang, and I. Straughan. 1980. Utilization and Disposal of Fly Ash and other Coal Residues Interrestrial Ecosystems : A.
- Aktar, M.W. 2008. Fly Ash use in Agriculture: A Perspective. *Amazines*. Sunday April 25, 2010. p. 1-122.
- Arfan. 2008. Efektivitas *Horticultural Mineral Oil* (HMO) terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Kutu Kebul *Bemisia tabaci*. Program Studi Ilmu Hama Tumbuhan Program Pascasarjana Fakultas Pertanian UGM. 83 hal. Master Thesis.
- Chamberlain, A.C. 1967. Transport of Lycopodium Spores and other Small Particles to Rough Surfaces. *Proc. R. Soc. Ser. A.*, 296: 45-70. <http://journals.royal.society.org/index/MM617Q4683645673.pdf>, modified 6/6/2013.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah Herawati Susilo. UI Press, Jakarta.
- Kumar, V., G. Singh, R. Rai. 2005. *Fly ash : A Material for an other Green Revolution*. Fly ash utilization Programme (FAUP), TIFAC, DST, New Delhi. 16 pp.
- Matsumura, F. 1985. *Toxicology of Insecticides*, 2nd ed. Plenum Press, New York.
- Tarumingkeng, R. 1977. Dinamika Pestisida dalam Lingkungan. p. 52-58. *Dalam Wardojo, S., M. Soehardjan, S. Adisoemarto, E. Soenarjo, and M. Ismunadji (eds.), Aspek Pestisida di Indonesia*. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bogor.
- Ulrichs, C., U. Schmidt, T.M. Pelzer, A. Goswami, I. Mewis. 2009. Hard Coal Fly Ash and Silica Effect of Fine Particulate Matter Deposits on *Brassica chinensis*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4(1): 24 – 31.