

## UJI FITOTOKSISITAS ABU TERBANG BATUBARA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI PADI

Hafiz Fauzana<sup>(1)</sup>, F.X. Wagiman<sup>(2)</sup>, Edhi Martono<sup>(2)</sup>

(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 ( $\pm 5$  ton/ ha) disemprot air dan tanpa disemprot air sebelum pemaparan, dan dosis tinggi yaitu 120 g/rumpun ( $\pm 30$  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 (  $\pm 5$  tonnes / ha ) sprayed water and without sprayed water before exposure and the high dose of 120 g / clump (  $\pm 30$  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 ( $\pm 5$  ton/ha) dan dosis tinggi yaitu 120 g/rumpun ( $\pm 30$  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).

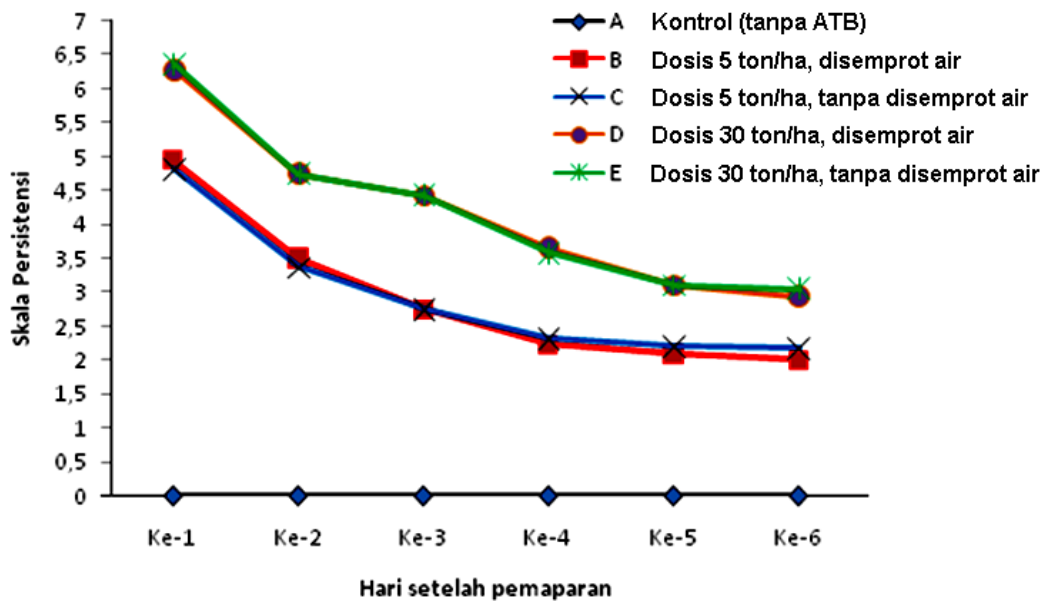
Tidak terjadinya fitotoksisitas tanaman padi dengan perlakuan ATB mungkin disebabkan kadar unsur beracun atau elemen logam berat yaitu unsur Cd tidak terdeteksi, serta kadar unsur Pb, dan Cr sangat rendah yaitu 0,0031 dan 0,0135% (Tabel 5). Aplikasi ATB pada tanah, elemen-elemen beracun pada ATB dapat 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 bernas 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 bernas (%)	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 (Aktor, 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.
- Aktor, 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*, 2<sup>nd</sup> 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.