

# PENGARUH PERLAKUAN JERAMI DAN VARIETAS PADI INBRIDA TERHADAP EMISI GAS RUMAH KACA DI LAHAN SAWAH IRIGASI

Sutrisna, N., Y. Surdianto, dan O. Marbun

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat  
E-mail: natrisna@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Sistem budidaya padi yang intensif dapat meningkatkan produktivitas, namun juga dapat memberikan dampak negatif terhadap peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di troposfer dalam bentuk gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Indonesia adalah penyumbang emisi gas rumah kaca urutan ke-18 dunia. Atas dasar itu, pemerintah Republik Indonesia berkomitmen menurunkan emisi GRK sebesar 26% sampai tahun 2020. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan jerami padi pada beberapa varietas unggul baru terhadap penurunan GRK. Penelitian menggunakan rancangan petak terpisah (split plot design). Petak utama adalah VUB, terdiri atas (1) Inpari 4 ( $V_1$ ), (2) Inpari 14 ( $V_2$ ), dan (3) Mekongga ( $V_3$ ). Anak petak adalah teknik pemanfaatan jerami terdiri atas: (1) jerami dikomposan ( $J_1$ ), (2) jerami digelebeg ( $J_2$ ), dan (3) tanpa jerami ( $J_0$ ). Jumlah ulangan sebanyak 5. Data yang dikumpulkan terdiri atas: emisi GRK ( $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ), pertumbuhan padi, komponen hasil, dan hasil padi. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis statistik dengan analisis keragaman (Analysis of Varians) yang dilanjutkan dengan uji nilai tengah Duncan pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara varietas dan perlakuan jerami padi terhadap emisi  $\text{CH}_4$  baik pada umur 21, 42, dan 87 hst. Pada umur 42 hst perlakuan jerami padi berpengaruh nyata terhadap emisi  $\text{CH}_4$ . Pada umur 87 hst varietas dan perlakuan jerami masing-masing berpengaruh nyata terhadap emisi  $\text{CH}_4$ . Pada umur 110 hst justru varietas berpengaruh nyata terhadap emisi  $\text{CH}_4$ . Terjadi interaksi antara varietas dan perlakuan jerami padi terhadap emisi gas  $\text{N}_2\text{O}$  pada umur 21 hst.

**Kata kunci :** Varietas padi, perlakuan jerami, gas rumah kaca

## PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Barat memegang peran sangat penting dalam penyediaan beras nasional. Kontribusinya terhadap pemenuhan kebutuhan beras nasional setiap tahun tidak kurang dari 17%.

Disisi lain, ketersediaan lahan sawah produktif di Provinsi Jawa Barat terus bekurang karena beralih fungsi untuk keperluan non pertanian. Program intensifikasi menjadi satu satunya alternatif yang harus dilakukan dalam upaya meningkatkan produktivitas padi agar produksi padi terus meningkat dan tetap sebagai kontributor beras nasional terbesar .

Program intensifikasi lahan sawah dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu (1) peningkatan intensitas tanam atau meningkatkan Indeks Pertanaman (IP) untuk meningkatkan luas panen dan (2) penerapan inovasi teknologi untuk meningkatkan produktivitas padi.

Peningkatan IP padi dari 2 kali dalam satu tahun (IP2) menjadi 3 kali dalam satu tahun (IP3) telah berhasil meningkatkan luas panen padi sejak tahun 2006 sampai dengan tahun 2010. Pada tahun 2006 luas panen padi sekitar 1.798.260 ha, meningkat menjadi 2.008.573 ha pada tahun 2010 (BPS, 2011). Demikian juga penerapan teknologi budidaya padi, yaitu dengan pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) yang dilakukan sejak

tahun 2006 melalui Program Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T) telah berhasil meningkatkan produktivitas padi dari 59,17 kw/ha menjadi 60,46 kw/ha untuk padi sawah dan 35,12kw/ha menjadi 39,32 kw/ha hektar untuk padi ladang (BPS, 2012). Bahkan pada tahun 2013 dengan adanya program Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL- PTT), produktivitas padi di Jawa Barat meningkat dengan rata-rata 62,8 kw/ha (BPS, 2014).

Program intensifikasi pada lahan sawah yang sudah berlangsung lama dan tanah dieksploitasi tanpa dilakukan perbaikan mengakibatkan tanah mengalami degradasi. Kandungan bahan organik tanah sawah menurun hingga < 2% dan pada kondisi tersebut tanah tidak dapat menopang pertumbuhan padi secara optimal.

Pemberian bahan organik pada tanah sawah mutlak diperlukan untuk mengatasi degradasi tanah dan mempertahankan kesuburan tanah. Menurut Soepardi (1983), setengah dari kapasitas tukar kation tanah berasal dari bahan organik. Bahan organik juga merupakan salah satu sumber hara mikro tanaman, selain sebagai sumber energi dari sebagian mikroorganisme tanah. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa pemberian bahan organik jerami padi pada tanah sawah dapat memperbaiki kesuburan tanah, sehingga dapat meningkatkan produktivitas padi. Selain itu, penggunaan

jerami sebagai sumber bahan organik sangat efektif dan efisien, karena bahan tersebut sudah tersedia di lahan sawah.

Namun demikian, penggunaan bahan organik pada tanah sawah dalam kondisi anaerob dapat meningkatkan emisi gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ).  $\text{CH}_4$  diproduksi sebagai hasil akhir dari proses mikrobial melalui proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik oleh bakteri metanogen (Zehnder dan Stumm, 1988; Neue, 1993; Murdiyarso and Husin 1994). Gas ini memiliki kemampuan menyerap energi yang dilepaskan planet bumi sehingga suhu dipermukaan bumi menjadi lebih hangat (Meiviana *et al.*, 2004).

Sejak tahun 1990, peningkatan suhu udara akibat peningkatan kadar gas rumah kaca di troposfer terjadi sangat cepat. Selama 30 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu global secara cepat dan konsisten sebesar 0,2 °C setiap 10 tahun. Menurut Zeigler (2005), setiap peningkatan suhu 1 °C akan menurunkan hasil padi 0,5 t/ha, karena peningkatan suhu akan menghambat fase pengisian bulir padi.

Atas dasar itu, sangat perlu dan penting untuk melakukan penelitian tentang komponen teknologi PTT yang dapat memberikan keuntungan ganda, yaitu meningkatkan produktivitas padi dan menurunkan emisi  $\text{CH}_4$ . Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan VUB berumur genjah sangat efektif menurunkan emisi  $\text{CH}_4$ . Namun demikian, varietas apa dan teknologi pemberian bahan organik seperti apa yang sesuai dengan kondisi spesifik lokasi di wilayah Jawa Barat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan jerami dan varietas padi terhadap emisi GRK, yaitu  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ; pertumbuhan; dan hasil padi.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Agustus tahun 2014 di lahan milik petani seluas 3 ha. Lokasi penelitian secara administratif termasuk ke dalam wilayah pemerintahan Desa Panyingkiran, Kecamatan Panyingkiran, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat dan terletak di antara 109°20' sampai 108°40' BT dan 7° 40'20" LS dengan ketinggian tempat 110 m DPL.

## Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah (1) sarana produksi (benih, pupuk, insektisida, dll.) untuk kegiatan budidaya tanaman padi, (2) kuesioner, dan (3) blanko pengamatan yang digunakan untuk pengambilan data primer keragaan usahatani padi. Alat-alat yang digunakan adalah (1) alat yang digunakan untuk kegiatan budidaya tanaman padi, (2) alat pengukur emisi  $\text{CH}_4$  dan Dinitrogen Oksida  $\text{N}_2\text{O}$ , dan (3) seperangkat komputer yang dilengkapi berbagai *software* untuk keperluan analisis data (SPSS).

## Metodologi Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan petak terpisah (*split plot design*). Petak utama adalah VUB, terdiri atas (1) Inpari 4 ( $V_1$ ), (2) Inpari 14 ( $V_2$ ), dan (3) Mekongga ( $V_3$ ). Anak petak adalah teknik pemanfaatan jerami terdiri atas: (1) jerami dikomposan ( $J_1$ ), (2) jerami digelebeg ( $J_2$ ), dan (3) tanpa jerami ( $J_0$ ). Jumlah ulangan sebanyak 5.

## Teknik Pengumpulan Data dan Jenis Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Jenis data yang dikumpulkan terdiri atas:

- Data GRK:  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  pada umur 21, 42, dan 87 hast.
- Data agronomis sebagai penunjang meliputi: (1) pertumbuhan tanaman padi (tinggi tanaman dan jumlah anakan); (2) komponen hasil, (panjang malai, jumlah gabah per malai, dan bobot 1.000 butir); dan (3) hasil padi.

## Analisis Data

Data emisi GRK ( $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ), pertumbuhan padi, komponen hasil, dan hasil padi yang dikumpulkan kemudian dilakukan analisis statistik dengan analisis keragaman (*Analysis of Varians*) yang dilanjutkan dengan uji nilai tengah Duncan pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis sifat kimia tanah sebelum dan setelah percobaan (Tabel 1), menunjukkan, bahwa tanah sawah di Desa Karya Mukti, Kecamatan Panyingkiran, Kabupaten Majalengka memiliki

derajat keasaman sedang dengan kandungan kandungan C-organik, N total rendah dan C/N sedang.  $P_2O_5$  Olsen termasuk sangat tinggi dan K total (HCl 25%) sebelum penelitian sangat rendah dan setelah penelitian tinggi. Kadar basa dapat dipertukarkan (Ca) sebelum penelitian termasuk kriteria rendah dan setelah penelitian termasuk kriteria tinggi. Secara umum sifat-sifat tanah tersebut tergolong baik (Hardjowigeno, 1995).

## Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

### A. Emisi Gas $CH_4$

Hasil analisis (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jerami padi dan varietas terhadap emisi  $CH_4$  baik pada umur 21, 42, dan 87 hst. Namun demikian, secara individu perlakuan jerami padi berpengaruh nyata terhadap emisi  $CH_4$  pada umur 21 dan 42 hst. Varietas padi juga berpengaruh nyata

Tabel 1. Hasil Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah di Lokasi Penelitian Sebelum dan Sesudah Penelitian.

URAIAN	Parameter						
	pH $H_2O$	$P_2O_5$ Olsen (ppm)	K HCl 25% (ppm)	Ca (me/100 g)	C (%)	N (%)	C/N
<u>Sebelum Penelitian</u>							
• Tanpa Jerami ( $J_0$ )	5,7 (sedang)	70,7 (sgt tinggi)	38,63 (sedang)	8,83 (sedang)	1,59 (rendah)	0,19 (rendah)	8 (sedang)
• Jerami di Komposkan ( $J_1$ )	5,6 (sedang)	85,50 (sgt tinggi)	37,78 (sedang)	8,67 (sedang)	1,78 (rendah)	0,20 (sedang)	9 (sedang)
• Jerami Digelebeg ( $J_2$ )	5,7 (sedang)	71,2 (sgt tinggi)	37,66 (sedang)	8,87 (sedang)	1,50 (rendah)	0,17 (rendah)	8 (sedang)
<u>Setelah Penelitian</u>							
• Tanpa Jerami ( $J_0$ )	5,7 (sedang)	84,30 (sgt tinggi)	43,74 (tinggi)	9,45 (sedang)	1,77 (rendah)	0,15 (rendah)	12 (sedang)
• Jerami di Komposkan ( $J_1$ )	6,2 (sedang)	99,70 (sgt tinggi)	48,68 (tinggi)	12,34 (tinggi)	1,72 (rendah)	0,16 (rendah)	11 (sedang)
• Jerami Digelebeg ( $J_2$ )	6,0 (sedang)	85,33 (sgt tinggi)	45,44 (tinggi)	11,78 (tinggi)	1,72 (rendah)	0,16 (rendah)	11 (sedang)

Keterangan : Tempat analisis: Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.

\*) Kriteria berdasarkan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1994 (Laporan Teknis No.7, Versi 1,0 April 1994: LREP-IIC/C).

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa setelah penelitian beberapa sifat kimia tanah mengalami perbaikan, terutama kandungan kalsium dan kalium baik pada perlakuan jerami dikomposkan maupun jerami di gelebeg. Peningkatan kandungan Ca dan K berasal dari jerami padi. Menurut Perdana 2008, jerami padi mengandung unsur hara N, P, K, Ca, Mg, Zn, dan Si masing-masing sebesar 0,64; 0,05; 2,03; 0,29; 0,14; 0,02; dan 8,80%. Jerami padi jika telah didekomposisi oleh mikrobia perombak (dekomposer) akan berubah menjadi kompos. Hasil penelitian Nuraini (2009) menunjukkan bahwa kompos jerami memiliki kandungan N-organik 0,91%; N-NH<sub>4</sub> 0,06%; N-total 1,03%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,69%; C-organik 19,09% dan air 9,22%. Menurut Nazarudin *et al.* (2010), kompos jerami selain kaya akan C-organik (sekitar 30 -40%), juga mengandung hara yang lengkap baik makro (1,5 % N, 0,3-0,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,0-4,0% K<sub>2</sub>O, 3,0-5,0 % SiO<sub>2</sub>) maupun mikro (Cu, Zn, Mn, Fe, Cl, Mo).

terhadap emisi  $CH_4$  pada umur 42 dan 87 hst.

Tabel 2. Pengaruh Varietas dan Teknik Pemanfaatan Jerami terhadap Emisi Gas  $CH_4$

Perlakuan	Umur 21 hst	Umur 42 hst	Umur 87 hst
<u>Perlakuan Jerami (J)</u>			
$J_0$	3,15 a	5,58 a	
$J_1$	6,54 b	5,96 a	
$J_2$	5,43 b	6,46 b	
<u>Varietas (V)</u>			
$V_1$		5,56 a	6,54 a
$V_2$		6,00 ab	6,93 ab
$V_3$		6,73 b	7,24 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. Inpari 4 ( $V_1$ ), Inpari 14 ( $V_2$ ), dan Mekongga ( $V_3$ ) serta jerami dikomposkan ( $J_1$ ), jerami digelebeg ( $J_2$ ), dan tanpa jerami ( $J_0$ ).

Tabel 2. juga menunjukkan bahwa pemberian jerami padi berpengaruh nyata terhadap emisi gas CH<sub>4</sub> pada umur 42 dan 87 hst. Pemberian jerami dengan cara di gelebeg memberikan pengaruh terhadap emisi gas CH<sub>4</sub> hingga tanaman padi berumur 87 hst.

**B. Emisi Gas N<sub>2</sub>O**

Hasil analisis (Tabel 3.) menunjukkan bahwa varietas dan perlakuan jerami padi hanya berpengaruh nyata terhadap emisi gas N<sub>2</sub>O pada umur 21 hst dan terjadi interaksi antara kedua perlakuan tersebut.

Tabel 3. Pengaruh Varietas dan Teknik Pemanfaatan Jerami terhadap Emisi Gas N<sub>2</sub>O pada Umur 21 hst.

Perlakuan Jerami (J)	Varietas (v <sub>1</sub> )	Varietas (v <sub>2</sub> )	Varietas (v <sub>3</sub> )
j <sub>0</sub>	798,43 a	778,75 a	693,63 a
	B	AB	A
j <sub>1</sub>	714,58 a	695,40 a	693,65 a
	AB	A	A
j <sub>2</sub>	683,25 a	696,70 a	690,85 a
	A	A	A

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Inpari 4 (V<sub>1</sub>), Inpari 14 (V<sub>2</sub>), dan Mekongga (V<sub>3</sub>) serta jerami dikomposan (J<sub>1</sub>), jerami digelebeg (J<sub>2</sub>), dan tanpa jerami (J<sub>0</sub>).

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa perlakuan jerami pada varietas yang sama tidak berbeda nyata terhadap emisi gas N<sub>2</sub>O. Perlakuan varietas pada sistem pemberian jerami di komposkan dan tanpa jerami berpengaruh nyata terhadap emisi gas N<sub>2</sub>O. Varietas Inpari 4 menghasilkan emisi gas N<sub>2</sub>O paling tinggi dibandingkan dengan varietas Inpari 14 dan Mekongga pada perlakuan tanpa Jerami.

**Komponen Hasil dan Hasil Padi**

Pengaruh perlakuan jerami dan varietas terhadap bobot gabah 1000 butir dan hasil padi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan Jerami Varietas Terhadap Hasil Tanaman Padi per Hektar.

Perlakuan	Bobot Biji 1000 butir (g)	Hasil Per Hektar GKP (ton/ha)	Selisih Kenaikan Hasil (%)
<u>Perlakuan Jerami (J)</u>			
j <sub>0</sub>	26,47 a	8,18 a	-
j <sub>1</sub>	27,01 a	8,98 b	9,78
j <sub>2</sub>	26,71 a	9,47 b	15,77
<u>Varietas (V)</u>			
v <sub>1</sub>	27,22 a	9,43 b	16,00
v <sub>2</sub>	26,58 a	8,89 ab	6,98
v <sub>3</sub>	26,40 a	8,31 a	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Inpari 4 (V<sub>1</sub>), Inpari 14 (V<sub>2</sub>), dan Mekongga (V<sub>3</sub>) serta jerami dikomposan (J<sub>1</sub>), jerami digelebeg (J<sub>2</sub>), dan tanpa jerami (J<sub>0</sub>).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan jerami dan varietas tidak berpengaruh nyata terhadap bobot gabah isi 1000 butir tetapi berpengaruh nyata terhadap hasil padi. Pada Tabel 4 terlihat bahwa hasil padi meningkat secara nyata baik perlakuan J<sub>1</sub> maupun J<sub>2</sub>. Pada perlakuan jerami J<sub>1</sub> hasil padi meningkat sebesar 9,78% dibanding pada perlakuan J<sub>0</sub>, sedangkan pada perlakuan J<sub>2</sub> hasil padi meningkat sebesar 15,77%.

Pada Tabel 4. juga terlihat bahwa terdapat perbedaan hasil yang nyata pada perlakuan varietas yang dikaji. Hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan V<sub>1</sub> yaitu varietas Inpari 4 sebanyak 9,43 t/ha atau terjadi peningkatan hasil padi sebanyak 16% dibanding perlakuan V<sub>3</sub> (Mekongga). Peningkatan hasil padi pada perlakuan jerami karena konsentrasi hara N, P, dan K dalam tanah meningkat, sehingga jumlah anakan produktif, jumlah gabah isi per malai meningkat sedangkan % gabah hampa menurun.

**KESIMPULAN**

Tidak terjadi interaksi antara varietas dan perlakuan jerami padi terhadap emisi CH<sub>4</sub> baik pada umur 21, 42, dan 87 hst. Pada umur 42 hst perlakuan jerami padi berpengaruh nyata terhadap emisi CH<sub>4</sub>. Pada umur 87 hst varietas dan perlakuan jerami masing-masing berpengaruh nyata terhadap emisi CH<sub>4</sub>. Pada

umur 110 hst justru varietas berpengaruh nyata terhadap emisi  $\text{CH}_4$ . Terjadi interaksi antara varietas dan perlakuan jerami padi terhadap emisi gas  $\text{N}_2\text{O}$  pada umur 21 hst.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., A.N. Gintings, dan A. Abbas. 1998. Implementation Problems of Soil Conservation Measures in Indonesia. *In Proc. 9<sup>th</sup> Annual Meeting of Asialand Sloping Land*, Bogor, Indonesia, 15-21 September 1997. IBSRAM, Bangkok. Pp. 68-77.
- Al-Jabri, M., 2008. Pengelolaan Hara Makro dan Mikro Pada Tanaman Padi. Pros. Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi Menunjang P2BN. Balitbang Pertanian Deptan. Jkt. Hal. 90–13.
- Barlas, Yames. 1996. Multiple Test for Validation of Systems Dynamics Type Simulation Model. Turkey.
- Badan Pusat Statistik. 2011. Statistik Indonesia. BPS Nasional. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2012. Jawa Barat Dalam Angka. Bandung.
- Damanik dan A., Rauf, 2008. Identifikasi Tingkat Kesuburan Tanah dan Cara Praktis Penentuan Dosis Pupuk Berdasarkan Status Hara Tanah dan Tanaman. Dep. Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian USU, Medan.
- Dinas Pertanian Propinsi Jawa Barat. 2004. Data Pokok Pertanian Di Jawa Barat. Dinas Pertanian Propinsi Jawa Barat.
- Eriyatno. 1998. Riset Kebijakan Metode Penelitian untuk Pascasarjana. Bogor. IPB Press. Bogor.
- Eriyatno dan F. Sofyar. 2007. Riset Kebijakan Metode Penelitian untuk Pascasarjana. Bogor. IPB Press.
- Food and Agriculture Organization. 1976. A Framework for Land Evaluation. *FAO Soil Bull. No. 32. Rom., 72 p.*
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Edisi Revisi. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta. Hal. 126.
- Hartisari. 2007. Sistem Dinamik “Konsep Sistem dan Pemodelan untuk Industri dan Lingkungan. SEAMEO BIOTROP. Bogor.
- Marimin. 2004. Teori dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Cetakan pertama. Jakarta. Grasindo. PT. Gramedia.
- Forrester, J. W. 1968. Principle of System, Massachusetts: Wright-AllenPress, Inc.,.
- Irawan, B dan Supena, F. 2004. Dampak Konservasi Lahan Sawah di Jawa terhadap Produksi Beras dan Kebijakan Pengendaliannya. Makalah *Unpublish*.
- Kusnandar. 2006. Rancang Bangun Model Pengembangan Industri Kecil Jamu. Disertasi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- Lyneis, James M. 2000. System dynamics for market forecasting and structural Analysis.
- Marimin. 2004. Teori dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Cetakan pertama. Jakarta. Grasindo. PT. Gramedia.
- Saaty, T.L. 1993. Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin. Seri Manajemen No. 134. Cetakan ke-2. Jakarta. PT. Gramedia.
- Sisworo, W. H. 2006. Swasembada pangan dan pertanian berkelanjutan tantangan abad dua satu: Pendekatan ilmu tanah tanaman dan pemanfaatan iptek nuklir. Badan Tenaga Nuklir Nasional.