Pengaruh Pemberian Amelioran Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Inceptisol

(The Effect of Giving Ameliorants on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* L.) on Inceptisol)

Latifah Ningsih S¹, Fikrinda¹, Zuraida^{1*}

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: zuraida694@gmail.com

Abstrak. Inceptisol merupakan salah satu tanah yang umumnya memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah sehingga dibutuhkan pengelolaan tanah yang intensif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian amelioran terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada Inceptisol. Metode penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Amelioran yang digunakan adalah kotoran kambing dalam tiga bentuk, yaitu kotoran padat (15 ton ha⁻¹), pupuk cair kotoran kambing (60 ml L⁻¹), bokashi kotoran kambing (15 ton ha⁻¹) serta biochar sekampadi (5 ton ha⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kotoran kambing dan biochar sekam padi memberikan pengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman umur 2, 4 dan 6 MST, diameter batang umur 2, 6, dan 8 MST, berat berangkas basah dan berangkas kering tanaman, bobot biji per tanaman serta kadar hara K kedelai namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman 2 MST, diameter batang 4 MST, jumlah polong per tanaman, bobot 100 biji, serta hara N dan P kedelai. Bahan amelioran yang terbaik pada pertumbuhan, hasil dan kadar hara kedelai adalah bokashi kotoran kambing 15 ton ha⁻¹ + biochar 5 ton ha⁻¹.

Kata Kunci: Amelioran, Kedelai, Inceptisol

Abstract. Inceptisol is one of the soils which generally has a high level of soil fertility low so that intensive soil management is needed. The purpose of this study is to determine the effect of ameliorants on growth and yield of soybeans in the Inceptisol. This study method used a non-factorial randomized block design (RBD) with 8 treatments and 3 repeat. Ameliorant replicates used were goat manure and biochar in several forms, namely solid manure (15 ton ha⁻¹), liquid goat manure (60 ml L⁻¹), bokashi goat manure (15 ton ha⁻¹) and biochar (5 ton ha⁻¹). Yield research shows that ameliorant from goat manure and biochar rice husk provides significant effect on plant height parameters aged 2, 4 and 6 MST stem diameter aged 2, 6, and 8 MST, wet and dry weight of plant seed weight per plant and K nutrient content soybean but did not significantly affect the parameters of plant height 2 MST, stem diameter 4 MST, number of pods per plant, weight of 100 seeds, and soybean N and P nutrients. The best ameliorant ingredients growth, yield and nutrient content of soybeans are bokashi goat manure 15 ton + biochar 5 ton ha⁻¹.

Keywords: Soybean, Ameliorant, Inceptisol

PENDAHULUAN

Inceptisol merupakan salah satu ordo tanah yang penyebarannya sekitar 70,52 juta ha atau 37,5% dari luas area daratan di Indonesia (Puslittanak, 2000). Meskipun penyebarannya cukup luas dan potensial, tetapi dalam pemanfaatannya Inceptisol mengalami permasalahan di lapangan. Menurut Abdurachman *et al.* (2008), lahan kering seperti Inceptisol umumnya memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah (NPK rendah). tanaman. Oleh karena itu pemanfaatan Inceptisol perlu ditingkatkan secara maksimal khususnya yang telah mengalami pengelolaan intensif.

Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan penambahan amelioran. Amelioran merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik dan kimia tanah (Adriany *et al.*, 2016). Amelioran terdiri dari dua bentuk, yaitu amelioran organik dan anorganik. Penambahan amelioran organik juga merupakan salah satu upaya pengelolaan sistem usaha tani dengan mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis dan menggantikannya dengan pupuk organik, karena penggunaan pupuk anorganik dalam waktu yang lama dan terus menerus dapat berdampak negatif terhadap kualitas tanah. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif dan mengatasi ketergantungan akan pupuk anorganik adalah dengan pemberian pupuk organik, seperti kotoran ternak, pupuk hijau, kompos maupun pupuk hayati (Irawan *et al.*, 2016).

Kotoran kambing merupakan salah satu amelioran organik yang banyak dijumpai selain kotoran sapi yang sudah umum digunakan (Cahaya dan Nugroho, 2009). Kandungan hara yang terdapat pada bahan organik ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan kotoran sapi diantaranya yaitu lebih tingginya hara N dan K serta kadar air yang dapat merangsang jasad renik melakukan perombakan sehingga dekomposisi berlangsung dengan cepat (Sumekto, 2006).

Pemberian pupuk organik dapat didampingi dengan penambahan bahan pembenah tanah seperti biochar sekam padi. Biochar yang diberikan bersama pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas serta retensi dan ketersediaan hara bagi tanaman (Gani, 2009). Biochar juga berfungsi sebagai habitat mikroba tanah yang dapat membantu penyediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman termasuk kedelai. Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh amelioran dari kotoran kambing dan biochar sekam padi terhadap pertumbuhan, hasil dan kadar hara kedelai pada Inceptisol.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Sekolah Pembangunan Pertanian (SPP) Negeri Saree, Desa Sukadamai, Saree, Kecamatan Lembah Seulawah, Kabupaten Aceh besar yang terletak pada ketinggian ± 250 m di atas permukaan laut. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dan analisis kadar hara tanaman di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh. Penelitian dilaksanakan mulai dari September 2019 sampai Februari 2020.

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, sekop, plastik, karung, meteran, ayakan, ember, oven, gembor yang digunakan pada penelitian di lapangan. Sedangkan alat-alat yang digunakan pada analisis adalah timbangan analitik, pH meter, labu kjeldahl, *spectrophotometer*, *flamephotometer* dan alat-alat gelas di laboratorium. Bahan-bahan yang digunakan adalah kotoran kambing, biochar sekam padi, benih kedelai varietas Anjasmoro dan legin *Rhizobium*, EM4, gula merah (molase), air, dan dedak serta bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis di laboratorium.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan susunan perlakuan berpola non faktorial. Susunan perlakuan ini dilakukan dalam tiga ulangan dengan 8 perlakuan, yaitu:

1. P0= Kontrol
2. P1= Biochar 5 ton ha⁻¹
3. P2= Pupuk kotoran kambing 15 ton ha⁻¹
4. P3= Pupuk kotoran kambing 15 ton ha⁻¹+ biochar sekam padi 5 ton ha⁻¹
5. P4= Pupuk cair kotoran kambing 60 ml L⁻¹
6. P5= Pupuk cair kotoran kambing 60 ml L⁻¹ + biochar sekam padi 5 ton ha⁻¹
7. P6= Bokashi kotoran kambing 15 ton ha⁻¹
8. P7= Bokashi kotoran kambing 15 ton ha⁻¹+ biochar sekam padi 5 ton ha⁻¹

Untuk mempelajari pengaruh perlakuan dilakukan analisis ragam (uji F) dan dilakukan uji lanjutan bagi perlakuan yang nyata atau sangat nyata menggunakan Uji BNJ pada taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Penyiapan Bahan Amelioran

Amelioran organik berupa kotoran kambing yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 bentuk, yaitu kotoran padat (pupuk kandang), pupuk cair kotoran kambing dan bokashi kotoran kambing. Pembuatan pupuk cair dari kotoran kambing menggunakan kotoran padat dengan penambahan urin kambing, sedangkan pembuatan bokashi dari kotoran kambing menggunakan bahan berupa dedak, EM4 dan molase. Biochar sekam padi juga digunakan sebagai bahan perlakuan pada penelitian. Sekam padi yang telah dikumpulkan dibakar sampai sekam padi menghitam.

Penyiapan Lahan

Lahan tersebut terlebih dahulu dibajak dan digaru satu kali agar lahan menjadi gembur. Kemudian lahan dibersihkan dari gulma, sampah, atau kotoran lainnya, sehingga lahan menjadi bersih dan lapang. Setelah itu dibuat bedengan dengan ketinggian 30 cm dan ukuran bedeng 200 cm × 100 cm, jarak antar bedeng 50 cm dan jarak antar blok 100 cm, jumlah keseluruhan bedengan adalah 24 bedeng. Dengan demikian luas lahan yang digunakan adalah 650 m × 1.700m (6,5 m × 17 m).

Analisis Sifat Kimia Tanah Awal dan Amelioran

Analisis sifat kimia tanah dilakukan sebelum diberikan perlakuan untuk mengetahui karakteristik kesuburan tanah. Amelioran kotoran kambing yang diaplikasikan pada penelitian juga terlebih dahulu dianalisis. Parameter yang dianalisis yaitu kadar air, C-organik, Nitrogen, Fosfor dan Kalium.

Parameter Tanaman

Pertumbuhan tanaman diukur setiap 2 minggu sekali setelah tanam sampai tanaman berumur 45 HST yang terdiri dari beberapa parameter, yaitu tinggi tanaman, diameter batang, berat berangkasan basah dan berat berangkasan kering tanaman. Parameter hasil tanaman yang diamati adalah bobot biji per tanaman, jumlah polong per tanaman, dan bobot 100 biji kedelai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah Awal dan Amelioran

Tanah pada lokasi penelitian memiliki pH H₂O yang agak masam (6,08) dan pH KCl (5,13) dengan kriteria masam (Tabel 1). Nilai pH tanah menunjukkan tingkat kemasaman tanah yang dapat mempengaruhi ketersediaan hara didalam tanah. Nilai pH tanah yang agak masam dapat menyebabkan rendahnya ketersediaan unsur hara didalam tanah baik makro maupun mikro. Tabel 1 menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan C-organik yang rendah dan N-total dengan kriteria sedang, jumlah kation basa seperti Mg-dd dan Na-dd serta kejenuhan basanya tergolong tinggi, sedangkan Ca-dd dan K-dd tergolong sedang, tetapi P tersedia rendah dan P-total memiliki kriteria sangat rendah.

Analisis sifat kimia tanah juga dilakukan pada parameter pH NaF dengan nilai <9,4 yang menunjukkan bahwa tanah tersebut tidak mengandung alofan sehingga tidak dapat dikategorikan kedalam Andisol. Tanah yang mengandung alofan adalah tanah dengan pH NaF sebesar >9,4. Tanah pada wilayah penelitian ini merupakan tanah dengan ordo Inceptisol yang dilihat berdasarkan sifat kimia tanahnya dan data dari instansi terkait.

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal

No	Parameter	Nilai	Kriteria
1	pH H ₂ O	6,08	Agak Masam
2	pH KCl	5,13	Masam
3	pH NaF	8,65	Rendah
4	C-organik (%)	1,71	Rendah
5	N-total (%)	0,26	Sedang
6	P tersedia (mg kg ⁻¹)	5,52	Rendah
7	P-total (mg 100 g ⁻¹)	3,78	Sangat Rendah
8	KTK (cmol kg ⁻¹)	25,00	Tinggi
9	Susunan kation :		
	Ca-dd (cmol kg ⁻¹)	7,58	Sedang
	Mg-dd (cmol kg ⁻¹)	0,42	Rendah
	K-dd (cmol kg ⁻¹)	0,42	Sedang
	Na-dd (cmol kg ⁻¹)	0,10	Rendah
10	Kejenuhan basa (%)	67,26	Tinggi

Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amelioran berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai umur 2, 4, dan 6 minggu setelah tanam, namun tidak berpengaruh nyata pada umur 8 MST.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan biochar, kotoran kambing, dan bokashi kotoran kambing + biochar berbeda nyata dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada tinggi tanaman kedelai umur 2 MST serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan biochar. Perlakuan bokashi kotoran kambing dan bokashi kotoran kambing + biochar pada umur 4 MST berbeda nyata dengan kontrol dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan pada tinggi

tanaman umur 6 MST, perlakuan bokashi kotoran kambing dan bokashi kotoran kambing + biochar berbeda nyata dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi pada umur 4 dan 6 MST terdapat pada perlakuan bokashi kotoran kambing + biochar.

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Kedelai akibat Pemberian Kotoran kambing dan Biochar Sekam Padi

No	Perlakuan	Umur Tanaman (MST)			
		2	4	6	8
..... cm					
1	Kontrol	6,89 a	15,59 a	24,04 a	43,62
2	Biochar	9,20 b	18,99 ab	29,79 ab	44,88
3	Kotoran kambing	9,10 b	19,45 ab	27,46 ab	45,53
4	Kotoran kambing + biochar	8,07 ab	16,84 ab	33,34 b	45,92
5	Pupuk cair kotoran kambing	8,50 ab	19,08 ab	29,10 ab	45,88
6	Pupuk cair kotoran kambing + biochar	8,52 ab	18,53 ab	30,47 ab	46,45
7	Bokashi kotoran kambing	7,99 ab	21,26 b	32,53 b	45,48
8	Bokashi kotoran kambing + biochar	8,80 b	21,35 b	33,77 b	46,54
BNJ _{0,05}		1,8	4,7	7,1	-

Ket : Angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 0,05

Tinggi tanaman umur 8 MST akibat penggunaan amelioran dari kotoran kambing dan biochar sekam padi tidak berbeda nyata. Hal ini didasarkan karena pada umur 8 MST, tanaman kedelai sudah memasuki fase generatif (berbunga).

Perlakuan bokashi kotoran kambing terhadap tinggi tanaman umur 2, 4, dan 6 MST memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena bokashi merupakan bahan organik yang kaya akan sumber kehidupan, dengan proses fermentasi oleh *Effective Mikroorganisme* (EM4), bokashi kotoran kambing mengandung sejumlah unsur hara yang tersedia dan senyawa organik yang dapat memperbaiki sifat biologi, fisika dan kimia tanah.

Diameter Batang

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amelioran berpengaruh nyata terhadap diameter batang kedelai umur 2, 6 dan 8 MST, namun tidak berpengaruh nyata pada umur 4 MST.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan bokashi kotoran kambing dan biochar sekam padi terhadap diameter batang kedelai pada umur 2 MST berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan biochar namun tidak berbeda dengan perlakuan bokashi dan perlakuan lainnya. Perlakuan bokashi kotoran kambing dan perlakuan bokashi kotoran kambing + biochar sekam padi memberikan ukuran diameter batang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Diameter batang kedelai tertinggi pada umur 6 MST dijumpai pada perlakuan pupuk cair kotoran kambing yang berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan lainnya, demikian juga pada umur 8 MST perlakuan pupuk cair kotoran kambing memberikan ukuran diameter batang tertinggi yang berbeda nyata dengan kontrol namun tidak berbeda dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena pupuk kandang yang diberikan dalam bentuk cair lebih mudah dan cepat diserap oleh tanaman.

Tabel 3. Rata-rata Diameter Batang Kedelai akibat Pemberian Kotoran Kambing dan Biochar Sekam Padi

No	Perlakuan	Umur Tanaman (MST)			
		2	4	6	8
..... cm					
1	Kontrol	0,25 a	0,39	0,58 a	0,73 a
2	Biochar	0,26 a	0,46	0,64 ab	0,93 ab
3	Kotoran kambing	0,26 ab	0,45	0,65 ab	0,93 ab
4	Kotoran kambing + biochar	0,30 ab	0,45	0,71 b	0,86 ab
5	Pupuk cair kotoran kambing	0,30 ab	0,45	0,73 c	1,28 b
6	Pupuk cair kotoran kambing + biochar	0,29 ab	0,44	0,62 ab	1,13 b
7	Bokashi kotoran kambing	0,32 b	0,46	0,59 a	0,98 ab
8	Bokashi kotoran kambing + biochar	0,32 b	0,49	0,63 ab	1,21 b
BNJ _{0,05}		0,05	-	0,10	0,39

Ket : Angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 0,05

Berat Berangkas Basah dan Berangkas Kering Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amelioran berpengaruh nyata terhadap berat berangkas basah dan berangkas kering tanaman.

Tabel 4. Berat Berangkas Basah dan Berangkas Kering Tanaman Kedelai akibat Pemberian Kotoran kambing dan Biochar Sekam Padi

No	Perlakuan	Berangkas Basah	Berangkas Kering
		g.....	
1	Kontrol	22,41 a	4,92 a
2	Biochar	31,09 ab	6,06 ab
3	Kotoran kambing	28,78 ab	9,78 ab
4	Kotoran kambing + biochar	41,44 ab	8,91 ab
5	Pupuk cair kotoran kambing	59,71 b	10,05 b
6	Pupuk cair kotoran kambing + biochar	32,39 ab	7,23 ab
7	Bokashi kotoran kambing	67,55 c	17,21 c
8	Bokashi kotoran kambing + biochar	90,60 c	14,47 b
BNJ _{0,05}		20,7	5,5

Ket : Angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 0,05

Tabel 4 menunjukkan berat berangkas basah tanaman pada perlakuan bokashi dan bokashi kotoran kambing + biochar sekam padi memberikan nilai tertinggi (90,60 g) dan berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan lainnya. Berat berangkas kering tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan bokashi kotoran kambing (17,21 g) yang berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan lainnya.

Hasil Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amelioran berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah polong per tanaman dan bobot 100 biji namun berpengaruh nyata pada bobot biji per tanaman.

Tabel 5. Rata-rata Jumlah Polong per tanaman, Bobot Biji per tanaman dan Bobot 100 Biji Kedelai akibat Penggunaan Amelioran dari Kotoran Kambing dan Biochar Sekam Padi

No	Perlakuan	Jumlah Polong per tanaman	Bobot Biji per tanaman (g)	Bobot 100 Biji (g)
1	Kontrol	76	35,47 a	12,68
2	Biochar	84	38,15 ab	13,22
3	Kotoran kambing	87	36,68 a	14,12
4	Kotoran kambing + biochar	93	47,85 b	13,96
5	Pupuk cair kotoran kambing	93	54,25 b	13,92
6	Pupuk cair kotoran kambing + biochar	102	48,30 b	13,42
7	Bokashi kotoran kambing	81	41,55 ab	14,60
8	Bokashi kotoran kambing + biochar	90	37,36 ab	14,89
BNJ _{0,05}		-	10,6	-

Ket : Angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 0,05

Tabel 5 menunjukkan bahwa bobot biji per tanaman tertinggi dijumpai pada perlakuan pupuk cair kotoran kambing yang berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan kotoran kambing namun tidak berbeda dengan perlakuan lainnya. Meskipun perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman, tetapi terjadi peningkatan jumlah polong yang lebih tinggi dari kontrol. Jumlah polong per tanaman yang tertinggi dijumpai pada perlakuan pupuk cair kotoran kambing + biochar sekam padi.

Perlakuan amelioran yang tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji dan jumlah polong per tanaman diduga karena adanya unsur hara yang tidak cukup tersedia untuk tanaman pada fase generatif, yaitu karena kekurangan dan kehilangan hara disebabkan adanya intensitas hujan yang berlebihan sehingga hara mudah tercuci. Penyebab lainnya adalah karena adanya hama yang menyerang, seperti serangga yang mengisap isi polong, sehingga menyebabkan banyak polong hampa pada beberapa tanaman. Adapun terhadap bobot 100 biji diperoleh ukuran besar bijinya yang cenderung seragam.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Penggunaan bahan amelioran dari kotoran kambing dan biochar sekam padi memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan, dan hasil kedelai.
2. Penggunaan bahan amelioran yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan, dan hasil adalah bokashi kotoran kambing 15 ton ha⁻¹ + biochar 5 ton ha⁻¹ yang nyata meningkatkan tinggi tanaman umur 2, 4 dan 6 MST, ukuran diameter batang umur 2, 6, dan 8 MST, berat berangkasan basah, berangkasan kering tanaman, dan bobot biji per tanaman.

Saran

Sebaiknya kotoran kambing yang digunakan sebagai bahan perlakuan adalah yang sudah matang dan memenuhi kriteria sebagai pupuk organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahan kering mendukung pengadaaan pangan nasional. *J. Litbang Pertanian* 27(2):43-49.
- Adriany, T.A., A. Pramono dan P. Setyanto. 2016. Pemberian Amelioran Pupuk Kandang Ayam pada Penggunaan Lahan Gambut yang Berbeda terhadap Emisi CO₂. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Jawa Tengah.
- Alfian, Nelvia dan A.I. Amri. 2017. Pengaruh pemberian amelioran organik dan anorganik pada media *subsoil* ultisol terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) di Pre Nursery. *JOM FAPERTA*, Vol.4 No. 2.
- Cahaya, A.T. dan D. A. Nugroho. 2009. Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik. Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati Biochar sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 4 No.1 Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi. Hal. 33-48.
- Irawan, A., Y. Jufri., Zuraida. 2016. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap perubahan sifat kimia Andisol, pertumbuhan dan produksi gandum (*Triticum eastivum* L.). *Jurnal Kawista* 1(1):1-9.
- Puslittanak. 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia skala 1 : 1.000.000. Badan Litbang Pertanian. Bogor.