

**Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa*, L) Varietas Dendang Di Tanah Salin Sawah Bukaan Baru**

**Muharam<sup>1\*)</sup> dan Asep Saefudin<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang  
Jl. HS Ronngowaluyo, Teluk Jambe Timur, Kab. Karawang 41361

<sup>2)</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang

\*Penulis untuk korespondensi: *muhamam\_jabar@yahoo.co.id*

Diterima 20 Juni 2016/Disetujui 25 Juli 2016

**ABSTRACT**

*Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis pembenh tanah yang paling baik yang digunakan pada tanah salin bukaan baru, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*, L.) varietas Dendang. Penelitian dilakukan di lahan sawah bukaan baru bekas tambak garam di Dusun Cemara, Desa Cemara Wetan, Kecamatan Cantigi, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Waktu penelitian mulai bulan Juli 2014 sampai dengan bulan Oktober 2014. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktor tunggal empat perlakuan dalam enam ulangan. Faktor perlakuan tersebut meliputi macam-macam pembenh tanah, yaitu ;  $P_0$  = Tanpa Pembenh Tanah;  $P_1$  = 5 ton/ha Gypsum;  $P_2$  = 10 ton/ha SP 50 (Pembenh tanah berbahan baku Biochar);  $P_3$  = 10 ton/ha Volkanorf S532 (Pembenh tanah berbahan baku abu vulkanik dan batu alam Fosfat). Hasil penelitian menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata pemberian berbagai pembenh tanah terhadap pertumbuhan tanaman padi varietas Dendang. Hasil yang lebih tinggi diperoleh oleh perlakuan SP 50 ( $P_2$ ) terhadap rata-rata tinggi tanaman 70 hst (27,66 cm), jumlah anakan 70 hst (9,53 rumpun), dan jumlah populasi tanaman pada 70 hst (113,17 tanaman), walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.*

*Kata kunci:* pembenh tanah, padi sawah, tanah salin, bukaan baru

**PENDAHULUAN**

Beras merupakan bahan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia, tingkat konsumsi beras yang tinggi akibat bertambahnya jumlah penduduk menimbulkan masalah dalam ketahanan pangan, ditambah lagi dengan permasalahan alih fungsi lahan yang terus meningkat. Berbagai upaya telah dilaksanakan oleh Pemerintah dalam melaksanakan peningkatan produksi beras, seperti perluasan lahan pertanian dan peningkatan produksi hasil pertanian dalam luasan yang tetap melalui program – program pemerintah (Haryono, 2011).

Salah satu usaha meningkatkan produksi padi atau beras adalah dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal, yaitu lahan-lahan yang mempunyai produktifitas rendah. Salah satu lahan marginal itu yang bisa digunakan untuk perluasan tanaman padi adalah lahan rawa pasang surut. Lahan rawa pasang surut mempunyai luas yang cukup di Indonesia, sebagai contoh adalah Kabupaten Indramayu yang merupakan salah satu wilayah penghasil beras. Luas sawah Kabupaten Indramayu adalah 112.194 ha (55 % dari luas wilayahnya), dengan 11.780 ha (10,5%) merupakan lahan sawah yang mempunyai masalah salinitas tinggi dan seluas 25.356 ha (22,6%) mempunyai salinitas sangat tinggi (Erfandi, 2009), sehingga dengan demikian masih terbuka luas untuk ekstensifikasi pertanian di lahan marginal tanah salin.

Pengembangan lahan rawa pasang surut ini memiliki beberapa kendala apabila dipakai dalam budidaya tanaman. Kendala-kendala tersebut di antaranya keadaan lahan yang basah sepanjang tahun, tingkat kesuburan tanah yang rendah, tingkat salinitas tanah yang tinggi akibat pengaruh intrusi air laut, kemasaman tanah yang tinggi, dan adanya ion-ion yang bersifat toksik Hasibuan (2006).

Tanah salin merupakan tanah dengan konsentrasi mineral garam yang tinggi. Menurut Sipayung (2003), tanaman bisa terganggu dengan nilai daya hantar listrik (DHL) lebih dari 2 mmhos. Semakin tinggi nilai DHL semakin terganggu pertumbuhan tanaman tersebut. Ada beberapa permasalahan yang ditimbulkan sehingga tanah salin jarang digunakan untuk budidaya tanaman di antaranya: (1) tekanan osmotik tanaman yang rendah. (2) rendahnya unsur N dan K (Suprpto, 1991) (3) kandungan  $Na^+$  yang tinggi (FAO, 2005), dan (4) tingginya pH tanah (Hardjowigeno, 2010)

Sebelum tanah salin dapat dimanfaatkan untuk lahan pertanian maka perlu dilakukan terlebih dahulu beberapa usaha untuk mengurangi kendala-kendala yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Usaha-usaha tersebut antara lain adalah: Eradikasi (pencucian garam) dan rehabilitasi. Untuk membuat tanah salin dapat ditanami, pencucian garam yang berlebihan dengan irigasi dapat dilakukan pada kondisi jenuh air dengan menggunakan curah hujan atau

dengan air segar dari sungai, untuk mempercepat pencucian garam, salah satu cara adalah membangun sistem drainase. Saluran drainase ini akan mempercepat aliran air dari lahan untuk dibuang keluar melalui saluran kuarter dan tersier (Subagyono, 2005).

Rehabilitasi diartikan sebagai suatu usaha pembenahan yang ditujukan kepada lahan yang telah rusak, agar dapat dipergunakan kembali. Dengan kata lain, upaya rehabilitasi adalah upaya mengembalikan fungsi tanah agar bisa mendekati kondisi awal yang berkualitas dalam kesuburan fisik dan kimia tanahnya. Rehabilitasi tanah terdegradasi dapat ditinjau dari sifat tanah yang mengalami penurunan dan diupayakan dilakukan perbaikan dengan menggunakan *ameliorant* / pembenah tanah (Rachman dkk., 2008). Pembenah tanah adalah bahan alami atau organik dan sintesis untuk menanggulangi kerusakan atau degradasi tanah (BBSDLP, 2012). Salah satu jenis pembenah tanah yang dapat digunakan adalah gipsum, SP-50 dan Volkanorfs S532.

Pemberian gipsum pada tanah salin dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah seperti KTK (kapasitas tukar kation), kapasitas menahan air, meningkatkannya kandungan Ca dan S, dan dapat berfungsi sebagai pemantap tanah, serta mampu menurunkan pH (Pradewa dkk., 2012). Gipsum dapat menggantikan ion sodium dalam tanah dengan kalsium, sehingga secara otomatis dapat membuang sodium dan meningkatkan perkolasi tanah (Subagyono, 2005).

SP 50 adalah formula pembenah tanah *biochar* yang berarti S = *Biochar* sekam 50% dan P= pukan 50%, *biochar* atau arang merupakan pembenah tanah alami berbahan baku hasil pembakaran tidak sempurna (pirolisis) dari residu atau limbah pertanian yang sulit didekomposisi, seperti kayu-kayuan, tempurung kelapa sawit, sekam padi, kulit buah kakao, dan lain-lain. Pembakaran tidak sempurna dilakukan dengan menggunakan alat pembakaran atau pirolasator suhu sekitar 250°-350°C, selama 2-3,5 jam, sehingga memperoleh arang yang mengandung karbon tinggi dan dapat diaplikasikan sebagai pembenah tanah (BBSDLP, 2012). Pupuk kandang adalah salah satu sumber dari bahan organik tanah. Bahan organik memiliki peranan dalam merangsang granulasi, menurunkan plastisitas dan kohesi tanah, memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah, dan meningkatkan daya tanah dalam menahan air sehingga drainase tidak berlebihan, kelembaban dan temperatur tanah menjadi lebih stabil (Hanafiah, 2007). Bahan atau pupuk organik dapat berperan dalam pengikatan butiran primer menjadi butiran sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah (Simanungkalit dkk., 2006).

Volkanorf S532 merupakan pembenah tanah berbasis abu vulkanik yang diformulasikan dengan

bahan organik dan fosfat alam (Sutono, 2011). Letusan gunung berapi menghasilkan jutaan ton debu vulkanis yang tersebar mengelilinginya. Bahkan, terbawa angin hingga jarak jauh. Debu vulkanik itu mengandung sulfur, sulfur atau yang lebih dikenal dengan belerang berperan penting dalam fisiologi tanaman. Asam amino bahan dasar pembentukan protein bila disintesis dengan sulfur menjadi protein yang menjadi dasar pembentukan sitoplasma dalam sel. Sulfur juga komponen dalam pembentukan vitamin dan enzim. Keberadaan sulfur juga diperlukan untuk pembuatan kloroplas ketika membentuk klorofil (Sutiyoso, 2014). Bahan organik adalah suatu bahan yang terdekomposisi melalui kegiatan mikroorganisme di dalam tanah dari bahan organik kasar menjadi bahan organik halus atau humus serta senyawa-senyawa yang baru yang dibentuk dari hancuran bahan organik tersebut, (Hardjowigeno, 2010). Menurut Sedyarso (1999), penggunaan P-alam untuk perkebunan mempunyai keuntungan karena harganya relatif lebih murah, disamping itu P-alam mempunyai kandungan unsur lain (Ca, Cu dan Zn) yang relatif lebih tinggi. Dengan demikian pupuk P-alam selain sebagai sumber P juga mempunyai manfaat sebagai bahan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah.

Penggunaan varietas toleran terhadap salinitas perlu dilakukan untuk mengatasi pertumbuhan dan produksi tanaman padi yang umumnya sensitif terhadap stres garam. Varietas padi Dendang adalah varietas yang cukup toleran terhadap salinitas dengan potensi hasil 5,0 t/ha (Tiasdjaja., 2000).

Tanah salin adalah tanah yang mempunyai kadar garam yang tinggi. Salinitas menunjukkan kadar senyawa kimia yang terlarut dalam tanah. Tanah salin adalah tanah yang mengandung senyawa anorganik seperti ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , dan  $\text{CO}_3^{2-}$ ) dalam suatu larutan sehingga menurunkan produktivitas tanah. Salinitas tanah yang tinggi, akan merusak kesuburan tanah, karena akan mematikan organisme penyubur tanah seperti bakteri dan cacing tanah. Pada wilayah pertanian maju, cacing tanah diupayakan agar tetap hidup melalui rekayasa lingkungan, sehingga mampu mengembalikan kesuburan tanah (Lines dan Kelly, 2000). Menurut Sigalingging (1985), salinitas akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah, yaitu : tekanan osmotik yang meningkat, peningkatan potensi ionisasi, infiltrasi tanah yang menjadi buruk, terganggunya struktur tanah, permeabilitas tanah yang buruk serta penurunan konduktivitas.

Penambahan gipsum ke dalam tanah akan meningkatkan struktur tanah menjadi remah sehingga memperoleh struktur tanah yang baik dan berpori, keadaan tersebut sangat penting bagi perkembangan sistem perakaran tanaman. Sedangkan peran kalsium pada tanaman antara lain memacu perkembangan akar rambut, agar penyerapan air dan hara berlangsung lebih baik (Simanjuntak, 2001). Berdasarkan hasil penelitian Erfandi dkk., (2006), pemberian gipsum 3-6

ton/ha dapat menurunkan kandungan Na, namun kandungan Na lebih tinggi setelah 5 bulan kemudian dan untuk efektifitas dalam penggunaan gipsum, perlu pembuatan saluran drainase, sehingga salinitas tanah akan berkurang dan produksi tanaman tidak terganggu.

SP 50 merupakan formulasi pembenah tanah dengan komposisi *Biochar* sekam 50% dan pupuk kandang 50%. Penggunaan *biochar* sebagai pembenah tanah atau sebagai media tanam yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. *Biochar* mempunyai 2 fungsi utama yaitu afinitas tinggi terhadap hara dan presisten dalam tanah, *biochar* memiliki dua sifat utama yaitu cenderung ingin mengikat dengan unsur hara yang tersedia dalam tanah misalnya hara makro dan mikro. Sifat lain dari *biochar* yaitu mampu mempertahankan konsistensi unsur hara yang ada, karena *biochar* mengikat dan menyalurkan hara sesuai yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga hara tidak mudah tercuci atau terkuras oleh air dan tanaman karena hara tersimpan di *biochar* (Gani, 2009). Pemberian *biochar* 0,4-8,0 ton/ha pada berbagai tanaman mampu meningkatkan produktivitas secara nyata yaitu berkisar antara 120-320% dibanding dengan kontrol (Lehmann dkk., 2006).

Agar unsur hara yang diperlukan tanaman di dalam tanah dapat tersedia, pemberian pupuk organik kotoran hewan adalah salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Pemberian pupuk organik kotoran hewan dengan takaran dosis 5 ton/ha pada tanah Ultisol telah nyata meningkatkan kadar C-organik tanah dan meningkatkan hasil jagung dari 1,37 ton/ha menjadi 2,71 ton/ha serta meningkatkan hasil kedelai 0,87 ton/ha menjadi 2,38 ton/ha (Adimiharja dkk., 2000).

Berdasarkan penelitian (Nurida dkk., 2012). pemberian formula pembenah tanah *biochar* dengan dosis 5 dan 10 ton/ha mampu meningkatkan kandungan P tersedia dan K total tanah. Pemberian dengan dosis 2,5 ton/ha belum mampu meningkatkan kandungan P tersedia dan K total. Rendahnya kandungan  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  dalam formula pembenah tanah *biochar* yaitu hanya 0,90-1,14% menyebabkan pemberian dengan dosis rendah tidak mampu meningkatkan kandungan P dan K dalam tanah. Setelah satu musim tanam, KTK tanah masih tergolong rendah, namun terlihat bahwa pemberian pembenah tanah *biochar* telah mampu meningkatkan KTK tanah secara signifikan. Disimpulkan bahwa formulasi *biochar* dapat berperan sebagai suatu pembenah tanah yang memacu pertumbuhan tanaman dengan mensuplai dan menahan hara, disamping berbagai peran lainnya yang dapat memperbaiki sifat-sifat fisika dan biologi tanah.

Volkanorf S532 merupakan pembenah tanah berbasis abu vulkanik yang diformulasikan dengan bahan organik dan fosfat alam, debu vulkanis atau yang lebih dikenal dengan nama belerang menjadikan tanah gembur, memiliki aerasi dan drainase yang baik, akar mudah tumbuh, memanjang dan bercabang.

Efiknya efisiensi penyerapan air dan hara lancar (Sutiyoso, 2014).

Kandungan lain dari Volkanorf S532 adalah bahan organik yang berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah dan akibatnya juga terhadap pertumbuhan tanaman diantaranya memperbaiki struktur tanah, sumber unsur hara N, P, S, unsur mikro dan lain-lain, menambah kemampuan tanah untuk menahan air, menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur-unsur hara (kapasitas tukar kation tanah menjadi tinggi), dan sumber energi bagi mikroorganisme (Hardjowigeno, 2010). Fosfat alam merupakan pupuk yang lambat tersedia (*slow released*) dan mengandung P dan Ca cukup tinggi, sehingga lebih efektif digunakan pada lahan dengan tanah bersifat masam, yang disebabkan oleh kadar Al dan Fe tinggi (Kusno, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian Sutono, (2011) pemberian 10 ton/ha dosis dan jenis formula pembenah tanah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot polong, biji, dan biomas kering. Peningkatan hasil kedelai pada tanah kering membutuhkan pembenah tanah berbasis abu vulkanik yang diformulasikan dengan bahan organik dan fosfat alam dan formula terpilih untuk uji efektifitas pembenah tanah bagi lahan sawah adalah Volkanorf S532.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis pembenah tanah pada tanah salin dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan populasi tanaman padi varietas Dendang.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di lahan basah di Dusun Cemara, Desa Cemara Wetan, Kecamatan Cantigi, Kabupaten Indramayu, dengan ketinggian tempat 1 m dpl, status salinitas sangat tinggi dan Macam Tanahnya adalah *Sodic Psammaquents*. Tipe iklim di Kecamatan Cantigi berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun terakhir (2004 – 2013) yang diklasifikasikan menurut Schmidt dan Ferguson (1951), adalah termasuk tipe D (sedang). Percobaan dilaksanakan sejak awal bulan Juli 2014 sampai dengan bulan Oktober 2014.

Bahan yang digunakan adalah benih padi varietas Dendang, gipsum, SP50, Volkanorf S532, pupuk Urea (46% N), pupuk KCl (60%  $K_2O$ ), SP36 (36 %  $P_2O_5$ ), pestisida. Luas petak percobaan 5 m x 10 m, dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm. Di samping perlakuan, tanaman percobaan dipupuk juga dengan pupuk dasar 250 kg/ha Urea, 100 kg/ha SP 36, dan 100 kg/ha KCl.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal. Faktor perlakuan adalah macam-macam jenis pembenah tanah (gipsum, SP 50 dan Volkanorf S532) sebanyak 4 perlakuan yang diulang sebanyak 6 kali.

Rincian perlakuan yang diterapkan adalah:

- P<sub>0</sub> : tanpa pembenah tanah
- P<sub>1</sub> : Pembenah tanah 5 ton/ha Gypsum
- P<sub>2</sub> : Pembenah tanah 10 ton/ha SP 50
- P<sub>3</sub> : Pembenah tanah 10 ton/ha Volkanorf S532

Untuk melihat pengaruh perlakuan data hasil pengamatana diuji dengan uji F pada taraf 5 %. Jika hasil uji F menunjukkan pengaruh yang nyata, maka untuk mengetahui perlakuan mana yang paling baik maka data dilakukan uji lanjut dengan uji beda rata-

rata BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% (Gomez & Gomez, 2010).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis kimia tanah sebelum percobaan**

Analisis kimia tanah dilakukan di Laboratorium Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian, Laboratorium Kimia, Bogor (2014). Hasil analisa kimia tanah di lahan percobaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kimia tanah awal di lokasi percobaan

No	Parameter	Satuan	Kedalaman (cm)		Klasifikasi	
			0 - 30	30 - 70	0 - 30	30 - 70
1	pH H <sub>2</sub> O	-	7,4	8,1	Netral	Agak alkalis
2	pH KCl	-	6,6	7,5		
3	Salinitas					
	EC	dS/m	12,7	13,2	Salin	Salin
	TDS	mg/l	6.360	7.140	Asin	Asin
4	Nilai Kation (NH <sub>4</sub> -Acetat 1N,pH 7)					
	Ca-dd	cmol/kg	12,84	9,79	Tinggi	Sedang
	Mg-dd	cmol/kg	5,65	6,86	Sangat tinggi	Sangat tinggi
	K-dd	cmol/kg	3,21	2,79	Sangat tinggi	Sangat tinggi
	Na	cmol/kg	9,46	8,60	Sangat tinggi	Sangat tinggi
	Jumlah	cmol/kg	31,16	28,04	-	-
	KTK	cmol/kg	24,40	13,41	Sedang	Rendah
	KB	%	>100	>100	Sangat tinggi	Sangat tinggi
5	Eks air 1 : 5 Cr	ppm	2237	2272		

Sumber Laboratorium BBSDLP, 2014.

Hasil analisis menunjukkan bahwa, sifat kimia tanah sebelum percobaan memiliki tingkat salinitas yang tinggi (klasifikasi salin) baik pada kedalaman 0 – 30 cm maupun pada kedalaman 30 -70 cm. *Total Dissove Solid* (TDS) pada kedua kedalaman termasuk dalam kelas asin. Nilai pH H<sub>2</sub>O pada kedalaman 0 – 30 cm termasuk dalam kriteria tanah netral, dan pada kedalaman 30 – 70 cm termasuk dalam kriteria tanah agak alkalis.

Nilai Kation (NH<sub>4</sub>-Acetat 1N,pH 7), baik Kation basa (KB) dan kandungan kation lainnya termasuk Na sudah masuk dalam kriteria tinggi. Ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi percobaan sudah

termasuk dalam kriteria tanah sub optimal (tanah Marjinal) dengan faktor pembatas salinitas.

**Analisa fisika tanah sebelum percobaan**

Hasil analisis fisika tanah di lahan percobaan disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah termasuk dalam kelas tekstur liat. Adanya tekstur halus menyebabkan nilai ruang pori total (62,55 % volume) dimana didominasi oleh pori drainase cepat (11,95 % volume) dan pori drainase lambat (5,55 % volume).

Tabel 2. Hasil analisis fisika tanah awal.

		Satuan	Kedalaman			Rata- rata	Kriteria rata-rata
Kedalaman		cm	0 – 5	5 - 25	25 - 40		
BD		g/cc	0.70	0.94	1.11	0.92	
PD		g/cc	2.29	2.48	2.54	2.44	
Ruang Pori Total			69.39	61.94	56.32	62.55	Baik
Kadar air	pF1		67.88	57.37	53.23	59.49	
	pF 2	%	55.97	49.06	46.70	50.58	
	pF2.54	Volume	48.70	43.61	42.76	45.03	
	pF 4.2		23.61	26.62	27.07	25.77	
Pori Drainase	Cepat		13.42	12.80	9.63	11.95	
	Lambat		7.26	5.45	3.93	5.55	
Air tersedia		%	25.09	16.99	15.69	19.26	
Permeabilitas		cm/jam	0.50	0.86	0.14	0.50	Agak lambat
Tekstur	Pasir		4	8	8	6.39	
	Debu	%	31	21	21	24.52	Liat
	Liat		65	71	71	68.91	

Rata-rata permeabilitas tanah termasuk dalam kelas agak lambat, hal ini menunjukkan tingkat perembesan air yang lambat. Rata-rata ruang pori total atau porositas termasuk pada kelas baik. Keadaan tanah yang didominasi oleh pori mikro menyebabkan sebagian air susah terlindih setelah pengisian air dalam petakan, hal ini juga yang menyebabkan ion Na sulit untuk di cuci dengan cara diinfiltrasikan.

**Salinitas Air dan tanah (pH, EC dan TDS)**

Pada areal percobaan tidak terdapat sumber air yang airnya benar-benar netral, hal ini disebabkan oleh pasokan air dari bendung Rentang yang menurun pada musim kemarau. Selain itu, dikarenakan Kecamatan Cantigi merupakan Kecamatan yang paling ujung, hal ini dipengaruhi juga oleh rusaknya tanggul pembatas antara air laut dan air sungai, sehingga keika pasokan air irigasi dari bendung Rentang menurun dan permukaan air laut naik, tanggul ini tidak berfungsi mengakibatkan masuknya air laut ke saluran sekunder maupun tersier.

Hasil analisis tingkat salinitas air di sekitar lokasi percobaan menunjukkan pH = 6,9 (netral), EC (19700  $\mu\text{Scm}^{-1}$ ) sangat salin, dan TDS (9500 $\text{mgL}^{-1}$ ) asin. Analisis salinitas air irigasi di hulu pintu air pH (7) netral, EC (4500  $\mu\text{Scm}^{-1}$ ) agak salin, dan TDS (2100 $\text{mgL}^{-1}$ ) tawar, sedang analisis salinitas air irigasi di hilir pintu air pH (6,9) netral, EC (8900  $\mu\text{Scm}^{-1}$ ) salin, dan TDS (4300 $\text{mgL}^{-1}$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa tanah dan air di lingkungan lokasi percobaan ini termasuk ke dalam criteria tanah salin. Menurut Erfandi (2009), alternatif teknologi pengelolaan sawah bersalinitas dari yang berstatus rendah hingga yang sangat tinggi memerlukan sumber air irigasi dengan EC <0,5 dS/m.

Untuk bisa melakukan penanaman tanaman padi, maka sebelum ditanam dilakukan pencucian dahulu terhadap tanah sebanyak tiga kali pencucian (eradikasi). Hasil analisis kimia tanah setelah pencucian pada kedalaman olah menunjukan adanya perubahan pH dari netral turun ke agak masam, sedangkan salinitas turun ke kelas salinitas sangat rendah dengan kisaran 2410 – 2890  $\mu\text{Scm}^{-1}$ .

Setelah aplikasi pembenah tanah pada 96 hst dilakukan analisis salinitas tanah, hasil analisis tanah disajikan pada Tabel 3. Setelah aplikasi pembenah tanah pada 96 hst perlakuan P<sub>0</sub> (Tanpa PT) pH 6,28 dan perlakuan P<sub>2</sub> (SP 50) pH 6,38, turun kearah agak masam, sedangkan perlakuan P<sub>1</sub>( Gypsum) pH 6,50 dan P<sub>3</sub> (Volkanorf S532) pH 6,55 masih stabil di kelas netral.

Untuk EC pada pengamatan 96 hst perlakuan (P<sub>0</sub>) berada pada kelas salin, dan perlakuan (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> dan P<sub>3</sub>) berada pada kelas agak salin, ini menunjukkan bahwa pembenah tanah telah memberikan sedikit pengaruh dengan menurunkan sedikit salinitas tanah. Menurut Erfandi (2009), salinitas tinggi pada lahan sawah di pengaruhi oleh penggunaan lahan sekitarnya

seperti lahan untuk pembuatan garam dan kolam ikan (empang). Salinisasi tanah adalah masalah yang umum dijumpai di daerah-daerah dengan curah hujan rendah. Jika dikombinasikan dengan irigasi dan kondisi drainase yang buruk, dapat mengakibatkan hilangnya kesuburan tanah secara permanen. Tipe salinitas seperti ini merupakan faktor penyebab krisis kemanusiaan yang diakibatkan oleh kekeringan, FAO (2005).

Tabel 3. Rata-rata salinitas tanah setelah perlakuan pembenah tanah pada 96 hst.

Kode	Perlakuan	Salinitas tanah		
		pH	EC ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ )	TDS ( $\text{mgL}^{-1}$ )
P <sub>0</sub>	Tanpa PT	6,28	8.381,67	4.073,33
P <sub>1</sub>	Gypsum	6,50	7.960,00	3.816,67
P <sub>2</sub>	SP 50	6,38	7.185,00	3.576,67
P <sub>3</sub>	Volkanorf S532	6,55	7.555,00	3.798,33

Untuk TDS (*Total Dissolve Solid*) yaitu ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik, mis : garam, dll) yang terdapat pada sebuah larutan pada hari ke- 96 hst semua perlakuan berada pada kriteria asin, hal ini disebabkan oleh sumber air yang mengandung garam yang terus diberikan, ditambah dengan kenaikan suhu sehingga mengakibatkan penguapan pada air, dan mengakibatkan pengendapan garam.. TDS meter menggambarkan jumlah zat terlarut dalam *Part Per Million* (PPM) atau sama dengan milligram per Liter (mg/L). Nilai TDS pada awal perlakuan hasil tes berada di kisaran 1490,00 – 1653,33  $\text{mgL}^{-1}$  yaitu kriteria tawar, sampai pada tanaman umur 14 hst masih tawar yaitu bernilai antara 1.078,00 – 1.230,00  $\text{mgL}^{-1}$ .

Pada pertengahan sampai akhir pertumbuhan dari pengujian salinitas menunjukan semua perlakuan mempunyai pH dengan kelas agak alkalis, EC semua perlakuan berada dalam tingkatan salin, dan TDS semua perlakuan berada pada tingkatan asin. Pada tingkatan ini tanaman yang mempunyai toleransi terhadap salinitas mulai terganggu. Harjadi dan Yahya (1988) berpendapat bahwa stres garam terjadi dengan terdapatnya salinitas atau konsentrasi garam-garam terlarut yang berlebihan dalam tanaman. Stres garam ini umumnya terjadi dalam tanaman pada tanah salin. Stres garam meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi garam hingga tingkat konsentrasi tertentu yang dapat mengakibatkan kematian tanaman. Garam-garam yang menimbulkan stres tanaman antara lain ialah NaCl, NaSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub> yang terlarut dalam air.

**Tinggi Tanaman**

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata pemberian berbagai pembenah

tanah pada tanah salin terhadap tinggi tanaman padi. Keadaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Dari data tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata berbagai pembenah tanah terhadap tinggi tanaman pada tanaman padi varietas Dendang dari umur 14 hst sampai dengan 70 hst. Hal ini sejalan dengan analisa tanah salin yang terus mengalami

peningkatan, hasil analisa salinitas air pada 14 hst yang berada pada klasifikasi salin di atas batas standar. Kejadian ini diduga sawah mengalami pengendapan garam akibat penguapan air, akibatnya terjadi kenaikan pH, kenaikan salinitas dari tanah dan sumber air yang mengandung garam, yang mengakibatkan kerusakan pada tanaman.

Tabel 4. Pengaruh pemberian berbagai pembenah tanah terhadap tinggi tanaman

Kode	Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				
		14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst
P <sub>0</sub>	Tanpa PT	8,21 a	13,58 a	17,36 a	22,58 a	24,81 a
P <sub>1</sub>	Gypsum	4,88 a	7,58 a	10,00 a	11,19 a	12,80 a
P <sub>2</sub>	SP 50	9,91 a	16,24 a	22,07 a	26,99 a	27,66 a
P <sub>3</sub>	Volkanorf S532	9,95 a	16,00 a	20,00 a	25,57 a	25,15 a
<b>Koefisien Keragaman (%)</b>		50,97	53,98	51,82	45,43	47,43

Keterangan: Nilai rata-rata yang di ikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tinggi tanaman padi pada umur 70 hst tertinggi dicapai hanya 25,15 cm jauh dari potensi deskripsi tanaman yang mencapai 90-100 cm. Ini menunjukkan bahwa tanaman telah mengalami stress garam, dan pembenah tanah belum mampu menetralsirnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Waskom (2003) yang menyatakan bahwa gejala-gejala yang ditunjukkan tanaman merupakan akibat dari kondisi tanah pada lahan tersebut. Tingginya pH mengakibatkan terjadinya kekurangan unsur-unsur hara yang dicirikan dengan tanaman tumbuh kerdil dan menguning atau hijau tua sampai keungu-unguan Tanah salin.mengakibatkan tanaman mengalami cekaman air (*water stress*) sehingga bagian ujung daun seperti terbakar. Selain itu, pemberian air berkadar garam tinggi menyebabkan daun-daun tanaman seperti terbakar, pertumbuhan sangat lambat, tanaman mengalami cekaman kelembaban (*moisture stress*), sehingga tanaman mengalami kekerdilan, sebagaimana tinggi tanaman yang diamati.

Tanaman pertanian umumnya memiliki toleransi terhadap salinitas sampai 3 ds/m, di lapangan seringkali terjadi peningkatan salinitas 4-8 ds/m sehingga kebanyakan tanaman mengalami stress

garam (Shofiyanti dan Wahyunto, 2006). Selain salinitas, keadaan yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman adalah keadaan permeabilitas tanah yang kurang baik yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar. Permeabilitas lahan sawah bukaan baru ini dikategorikan agak lambat sampai lambat.

**Jumlah Anakan**

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh nyata pemebrian berbagai pembenah tanah terhadap jumlah anakan pada lahan sawah salin bukaan baru. Data disajikan pada Tabel 5. Tidak adanya pengaruh pembenah tanah pada tanah salin ini dikarenakan tanah terus mengalami peningkatan salinitasnya yang berrada pada klasifikasi salin di atas batas standar akibat pengendapan garam karena penguapan air. Jumlah anakan produktif menurut deskripsi bisa mencapai 15 – 20 anakan. Pada kondisi salin jumlah anakan hanya berkisar 2 – 10 tanaman. Ini menunjukkan bahwa tanaman yang mengalami stress garam dapat menurunkan jumlah anakan tanaman sampai 50 – 80 %.

Tabel 5. Pengaruh pemberian berbagai pembenah tanah terhadap jumlah anakan

Kode	Perlakuan	Jumlah anakan				
		14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst
P <sub>0</sub>	Tanpa PT	1,00 a	1,37 a	2,51 a	4,80 a	5,93 a
P <sub>1</sub>	Gypsum	0,50 a	0,86 a	1,46 a	2,00 a	2,95 a
P <sub>2</sub>	SP 50	1,00 a	1,46 a	3,80 a	7,86 a	9,53 a
P <sub>3</sub>	Volkanorf S532	1,00 a	1,46 a	3,71 a	6,46 a	7,36 a
<b>Koefisien Keragaman (%)</b>		55.36	76.64	86.07	67.33	76.13

Keterangan: Nilai rata-rata yang di ikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Hal ini sejalan dengan pendapat Brinkman dan Singh (1982), yang menyatakan gejala keracunan garam pada tanaman padi dapat berupa terhambatnya pertumbuhan, berkurangnya anakan, ujung-ujung daun

bewarna keputihan dan sering terlihat bagian-bagian yang klorosis pada daun. Pemberian pembenah tanah belum dapat dapat menurunkan pH. EC dan TDS secara optimal karena pengaruh dari sumber air yang

mengandung garam tinggi yang menyebabkan kenaikan pH, EC dan TDS.

**Populasi tanaman**

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata berbagai pembenah tanah terhadap populasi tanaman penurunan populasi tanaman. Tanaman tetap mengalami kematian akibat stress garam sampai populasi tertentu. Populasi tanaman dari seharusnya sekitar 800 tanaman mengalami kematian sampai menyisakan 70 – 108 tanaman yang hidup. Keadaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 1.

Data di atas menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata berbagai pembenah tanah terhadap rata-rata jumlah populasi pada tanaman padi varietas

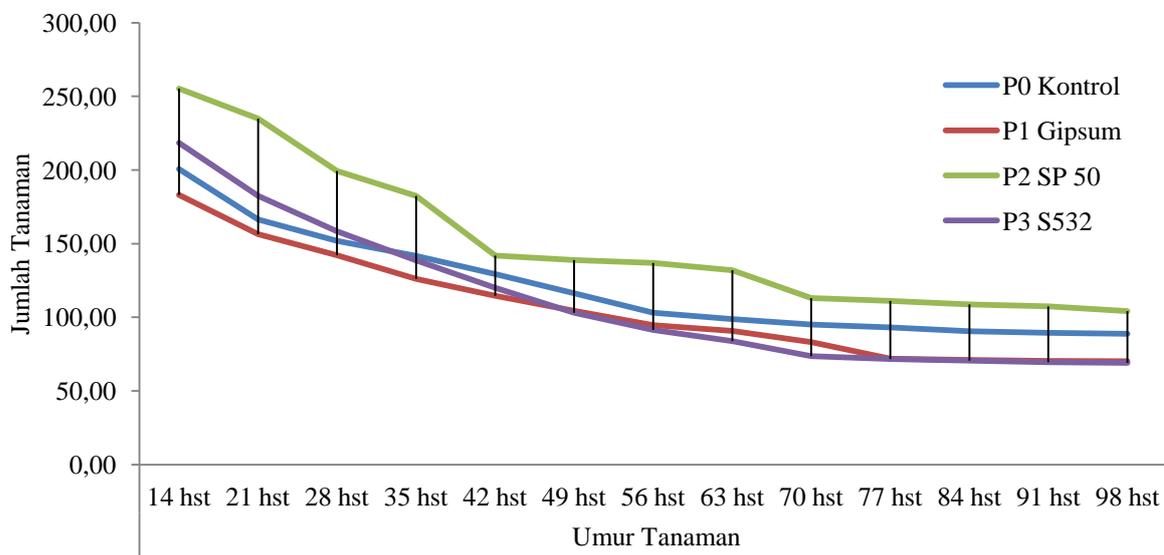
Dendang mulai umur 14 hst sampai dengan 91 hst, hal ini karena salinitas tanah terus mengalami peningkatan, padahal varietas Dedang merupakan tanaman yang berada pada kategori cukup toleran terhadap salinitas. Menurut Katsuhara (1996) ada dua alasan yang mungkin mendasari terjadinya pengurangan pertumbuhan akar dalam kondisi cekaman garam, yaitu kematian sel dan hilangnya tekanan turgor untuk pertumbuhan sel karena potensial osmotik media tumbuh lebih rendah dibanding potensial osmotik di dalam sel. Selain itu kondisi ini juga ditunjang keadaan yang kurang baik yaitu salinitas lahan di sekitarnya seperti empang penggaraman, aliran irigasi yang kurang baik, kekeringan, dan permeabilitas yang kurang baik sehingga pencucian Na tidak maksimal.

Tabel 6. Pengaruh pemberian berbagai pembenah tanah terhadap jumlah populasi tanaman padi

Kode	Perlakuan	Jumlah anakan					
		14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	91 hst
P <sub>0</sub>	Tanpa PT	200.67 a	151.83 a	129.33 a	103.17 a	95.17 a	89.50 a
P <sub>1</sub>	Gypsum	183.17 a	142.17 a	114.67 a	94.67 a	83.17 a	70.33 a
P <sub>2</sub>	SP 50	255.33 a	199.33 a	142.00 a	136.83 a	113.17 a	107.33 a
P <sub>3</sub>	Volkanorf S532	218.33 a	158.33 a	120.00 a	91.33 a	73.67 a	69.50 a
<b>Koefisien Keragaman (%)</b>		55,36	10,48	11,73	13,69	15,37	18,93

Keterangan : Nilai rata-rata yang di ikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

**Rata-rata jumlah tanaman per petak**



Gambar 1. Rata-rata jumlah tanaman per petak pada tiap umur tanaman

Dobermann dan Fairhurst (2000) menyatakan bahwa padi relatif lebih toleran terhadap salinitas saat perkecambahan, tapi tanaman ini bisa dipengaruhi saat pindah tanam, bibit masih muda dan pembungaan. Pengaruh lebih jauh terhadap tanaman padi adalah: berkurangnya kecepatan perkecambahan, berkurangnya tinggi tanaman dan jumlah anakan, pertumbuhan akar jelek, sterilitas biji meningkat,

kurangnya bobot 1000 gabah dan kandungan protein total dalam biji, karena penyerapan Na yang berlebihan dan berkurangnya penambatan N<sub>2</sub> secara biologi dan lambatnya mineralisasi tanah.

Pemberian beberapa pembenah tanah sebetulnya cukup baik dalam mengatasi permasalahan tanah salin. Gypsum (CaSO<sub>4</sub>) memiliki fungsi sebagai reklamasi tanah sodik, yaitu dengan meningkatkan

agregasi tanah, perkolasi tanah, dan menurunkan pH tanah (Franzen, 2006). Tanah sodik adalah tanah yang mempunyai pH < 8,5 dan DHL < 4,5, sedangkan tanah yang digunakan dalam penelitian termasuk kriteria tanah agak alkalis dengan pH 6,9 dan DHL 4,2. Fungsi gipsium yang yang lain adalah dapat menggantikan ion sodium atau Na<sup>+</sup> dalam tanah dengan Ca<sup>2+</sup>. Sejalan dengan uraian rumus kimia sebagai berikut : NaCl + CaSO<sub>4</sub> → CaCl + NaSO<sub>4</sub>, gipsium yang diaplikasikan pada tanah salin akan menghasilkan garam berupa CaCl dan NaSO<sub>4</sub>. Hal tersebut dapat mengakibatkan Na<sup>+</sup> akan dibuang secara aktif oleh senyawa Ca<sup>2+</sup> sehingga dapat meningkatkan perkolasi tanah (FAO, 2005). Fungsi Ca<sup>2+</sup> di dalam akar adalah membatasi penyerapan Na<sup>+</sup> dan meningkatkan penyerapan kalium (Hanafiah, 2007). Masing-masing senyawa Ca<sup>2+</sup> mudah larut tidak akan mempengaruhi pH dan bersama air dapat menurunkan Na<sup>+</sup> (Tan, 2000).

Peningkatan ketersediaan unsur hara dapat dilakukan dengan pemberian formula pembenah tanah berbasis *biochar* dan pupuk kandang (SP 50). Pemberian pembenah tanah ini akan memperbaiki sifat fisik tanah, peningkatan pH, dan KTK. Selain itu, pemberian pembenah tanah Volkanorf S532 juga cukup baik, karena Volkanorf merupakan pembenah tanah berbasis abu vulkanik yang diformulasikan dengan bahan organik dan fosfat alam. Abu vulkanik yang banyak mengandung belerang mempunyai fungsi menurunkan pH. Pada tanah alkalis atau yang mempunyai pH tinggi, pemberian belerang dapat menurunkan pH ke arah nertal (Hardjowigeno, 2010). Bahan organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga bahan organik penting dalam pembentukan struktur tanah (Atmojo, 2003).

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata pemberian berbagai pembenah tanah pada tanah salin serta pertumbuhan dan hasil tanaman padi varietas dendang. Pembenah tanah SP 50 memberikan pertumbuhan tinggi tanaman (27,66 cm), jumlah anakan (27,66 rumpun), dan populasi (107,33 tanaman) yang lebih baik pada 70 hst walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

Adimiharja, A., I. Juarsah, dan U Kurnia. 2000. *Pengaruh penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang terhadap produktivitas tanah Ultisol terdegradasi di Desa Batin, Jambi*, hlm. 303-319 dalam Pros. Seminar Nasional Sumberdaya Tanah, Iklim, dan

Pupuk. Buku II. Lido-Bogor, 6-8 Des. 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Atmojo, S. W. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah Dan Upaya Pengelolaannya. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret*. <http://suntoro.staff.uns.ac.id/files/2009/04/pengukuhan-prof-suntoro.pdf>. 14 Mei 2014.

BBSDLP, 2012. *Pembenah tanah biochar/Arang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Bogor.

Brinkman, R and V.P Singh. 1982. *Rapid Reclamation Of Brackish Water Fishponds in Acid Sulfate Soils*. ILRI. Publ. Wageningen. Netherlands. p: 318-330.

Dobermann, A and T. Fairhurst. 2000. *Rice. Nutrient Disorders & Nutrient Management*. International Rice Research Institute (IRRI). Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada. p: 139-144.

Erfandi, A. Rahman, dan A. Dariah. 2006. *Rehabilitasi lahan, sifat-sifat tanah, dan salinitas tanah pada lahan pertanian pasca tsunami dalam Prosiding Seminar Nasional Pemberdaya Lahan Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

Erfandi, D. (2009). *Laporan Akhir Identifikasi dan Delineasi Tingkat Salinitas dan Reaksi Tanah Akibat Intrusi Air Laut pada Areal Persawahan di Pantura , Jawa Barat*. SINTA TA 2009. Badan Litbang Pertanian.

FAO. 2005. *Dua Puluh Hal untuk Diketahui tentang Dampak Air Laut pada Lahan Pertanian di provinsi NAD*. [http://www.fao.org/ag/tsunami/docs/20\\_things\\_on\\_salinity\\_bahasa.pdf](http://www.fao.org/ag/tsunami/docs/20_things_on_salinity_bahasa.pdf). 03 Mei 2014.

Franzen, D., G. Rehm dan J. Gerwing. 2006. *Effectiveness of gypsum in the north-central region of the U.S*. North Dakota State University.

Gani, A. 2009. *Iptek Tanaman Pangan*. Pusat Penelitian dan Tanaman Pangan. Volume 4. Nomor 1. Juli 2009. 33, Hal 33-48.

Gomez & Gomez. 2010. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia (UI-PRESS).

- Hanafiah, K.A. 2007. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Akademia Pressindo. Jakarta.
- Harjadi, S.S., S. Yahya. 1988. *Fisiologi Stress Lingkungan*. PAU Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Haryono. 2011. *Varietas Unggul Padi Untuk Rakyat*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Agro Motivasi.
- Hasibuan. B. E., 2006. *Pengelolaan tanah dan air lahan marginal*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Katsuhara, M. and T. Kawasaki. 1996. *Salt stress induced nuclear and dna degradation in meristematic cells of barley roots*. Plant Cell Physiol. 37(2):169-173.
- Kusno. 2010. *Efektivitas Beberapa Deposit Fosfat Alam Indonesia Sebagai Pupuk Sumber Fosfor Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Pada Tanah Ultisols*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Lehmann, J., J. Gaunt, and M. Rondon. 2006. *Biochar soil manajement on highly weathered soils un the humid tropic. P : 517-530 in Biological Approac to Sustainable Soil System (Norman Uphoff ett al Eds)*. Taylor & Francis Group PO Box 409267 Atlanta, GA 30384-9267.
- Lines and Kelly R 2000. *Soil sense: Soil management for NSW North Coast farmers*. NSW Agriculture & Land and Water Conservation, Wollongbar.
- Nurida, L.N, A.Rahman . 2012. *Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam Terdegradasi dengan Formula Pembena Tanah Biochar di Typic Kanhapludults Lampung*. Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Pardewa, C.J. Sumarno, dan F. Kusmiyati. 2012. Karakteristik Fisiologi Rumput Benggala (*Panicum maximum*) pada Tanah Salin yang Di perbaiki. *Animal Agriculture Journal, Vol. 1. No. 2, 2012, p 278 – 285. 2013*. Semarang.
- Rachman, A., Erfandi, D., Ali, M, N. 2008. *Dampak Tsunami Terhadap Sifat-Sifat Tanah Pertanian di NAD dan Strategi Rehabilitasinya*. Peneliti pada Balai Penelitian Tanah. Bogor. [http://balittanah.litbang.deptan.go.id/eng/dokumentasi/lainnya/jurnal\\_arachman28.pdf](http://balittanah.litbang.deptan.go.id/eng/dokumentasi/lainnya/jurnal_arachman28.pdf) Di akses 1 Mei 2014.
- Schmidt, F.H., and Fergusson, J.H.A. 1951. *Rainfall Type and Dry Period Rations for Indonesia and Western New Guinea*. Verh. Djawatan Mety dan Geofisik. Jakarta.
- Sediyarso. 1999. Fosfat Alam Sebagai Bahan Baku nan Pupuk Fosfat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Shofiyanti, R. dan Wahyunto. 2006. *Inderaja untuk Indetifikasi Kerusakan Lahan Akibat Tsunami dan Rehabilitasinya*. Warta Pertanian dan Pengembangan Pertanian Vol. 28 No. 23, 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Sigalingging, M., 1985. *Penggunaan Lahan dan Reklamasi Tanah Rusak Terintrusi Air Asin di Kabupaten Indramayu Bagian Utara*. Thesis Doktor. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Simanjuntak. 2001. *Studi takaran dan sumber kalsium pada pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (arachis hypogaea l.) Varietas kelinci*. Semarang. [www.repository.library.uksw.edu](http://www.repository.library.uksw.edu) Diakses pada tanggal 2 Mei 2014.
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini dan W. Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (Organic Fertilizer and Biofertilizer)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Sipayung, R. 2003. *Stres Garam Dan Mekanisme Toleransi Tanaman*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789>. Diakses pada 29 April 2014.
- Subagyono, K. 2005. *Rehabilitasi Lahan Pasca Tsunami Di Nanggroe Aceh Darussalam*. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian. Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/leaflet/tsunami.pdf> Diakses 30 April 2014.
- Suprpto. 1991. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sutiyoso, Y. 2014. *Berkah negri cincin api*. Trubus 534. Jakarta.
- Sutono. 2011. *Pemanfaatan Abuvulkanik untuk Peningkatan Produktivitas Lahan Suboptimal*. Balai Penelitian Tanah Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

Tan, Kim H. 2000. *Environmental Soil Science 2nd ed.* Marcel Dekker. New York. 452 p.

Tiasdjaja, A.. 2000. *Deskripsi Varietas Unggul Padi.* Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.

Waskom, R. 2003. Diagnosing Salinity Problems. Adapted by K.E. Pearson. <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/waskomsummary.pdf>. diakses pada tanggal 22 Jnauari 2015.