

FORMULASI PEMBENAH TANAH UNTUK MENINGKATKAN HASIL PADI DI LAHAN SAWAH KABUPATEN SIJUNJUNG SUMATERA BARAT

Ismon Lenin¹⁾ dan Widia Siska¹⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat
Jl. Padang-Solok KM. 40, Sukarami, Solok, Indarung, Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat 25168
Email: ismonlenin@yahoo.com

ABSTRACT

Ameliorants formulation to increase rice yield in wetlands in Sijunjung District West Sumatera. The average yield of lowland rice in West Sumatra is still low due to low land fertility in the area of rice production centers. Low soil quality is characterized by low nutrient content, low organic matter, and high soil acidity. Improvement of soil quality can be done by managing soil enhancer such as providing organic materials, liming, zeolite applications, and balanced fertilization concepts. The study was conducted from June to October 2015 in Sei Langsek Village, Sijunjung District, West Sumatera. The experiments were arranged in a Two-Factor Randomized Block Design with 4 replications. As the first factor are three formulations of soil ameliorants, namely: 1) F1 (25% cow manure, 50% harzburgite, 25% zeolite, 0% dolomite); 2) F2 (50% cow manure, 25% harzburgite, 15% zeolite, 10% dolomite); 3) F3 (75% cow manure, 15% harzburgite, 5% zeolite, 5% dolomite); F4 (100% cow manure). As the second factor is the dosage of soil ameliorant, namely: 2.5; 5.0; 7.5; and 10 t/ha. Without soil ameliorant was used as a control, so the combination of treatment amounted to 17 treatments. The results showed that the highest yield (6,160 kg GKG/ha) was obtained at F3 treatment with a dose of 5 t/ha followed by F2 treatment with a dose of 2.5 t/ha (5,740 kg GKG/ha). Based on the regression analysis, a more efficient soil ameliorant formulation for low productivity paddy fields in Sijunjung district was F2 with a maximum dose of 4,391 kg/ha.

Keywords: low land fertility, soil enhancer, productivity, West Sumatera

ABSTRAK

Hasil padi sawah di Sumatera Barat rata-rata masih rendah karena sebagian besar daerah sentra produksi padi sawah tingkat kesuburan lahannya tergolong rendah. Kualitas tanah yang rendah dicirikan oleh permasalahan kandungan hara, bahan organik, dan kemasaman tanah yang tinggi. Perbaikan kualitas tanah dapat dilakukan dengan pengelolaan bahan pembenah tanah seperti pemberian bahan organik, pengapuran, aplikasi zeolit, dan konsep pemupukan berimbang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh beberapa formulasi dan takaran bahan pembenah tanah terhadap hasil padi sawah di Kabupaten Sijunjung. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni – Oktober 2015 di Desa Sei Langsek Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Dua Faktor dengan 4 kali ulangan. Faktor pertama adalah tiga formulasi bahan pembenah tanah, yaitu: 1) F1 (25% pupuk kandang sapi, 50% harzburgit, 25% zeolit, 0% dolomit); 2) F2 (50% pupuk kandang sapi, 25% harzburgit, 15% zeolit, 10% dolomit); 3) F3 (75% pupuk kandang sapi, 15% harzburgit, 5% zeolit, 5% dolomit); F4 (100% pupuk kandang sapi). Faktor kedua adalah takaran bahan pembenah tanah, yaitu: 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 t/ha. Tanpa bahan pembenah tanah dijadikan sebagai kontrol, sehingga kombinasi perlakuan berjumlah 17 perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tertinggi (6.160 kg GKG/ha) didapat pada perlakuan F3 dengan takaran 5 t/ha diikuti oleh perlakuan F2 dengan takaran 2,5 t/ha (5.740 kg GKG/ha). Berdasarkan uji korelasi, formulasi pembenah tanah yang lebih efisien untuk lahan sawah berproduktivitas rendah di Kabupaten Sijunjung adalah F2 dengan takaran maksimum pemberian 4.391 kg/ha.

Kata kunci: kesuburan rendah, pembenah tanah, produktivitas, Sumatera Barat

PENDAHULUAN

Luas lahan sawah di Sumatera Barat 225.165 ha dengan target produksi padi sebesar 2.373.806 ton GKP tahun 2013. Dibandingkan tahun 2012 ditargetkan peningkatan produksi sebesar 5.416 ton (0,23%) (BPS Sumatera Barat, 2013). Peningkatan produktivitas ini dapat dicapai manakala produktivitas setiap kabupaten/kota dapat ditingkatkan secara signifikan. Rata-rata produktivitas lahan sawah di Sumatera Barat tahun 2013 baru mencapai 4,9 ton/ha, jauh di bawah rata-rata hasil di Jawa Barat yang telah mencapai 5,9 t/ha, bahkan masih rendah dibanding rata-rata hasil secara nasional yang mencapai 5,2 ton/ha (BPS Sumatera Barat, 2013). Rendahnya rata-rata produktivitas ini disebabkan masih luasnya lahan sawah yang tergolong marginal seperti sawah bukaan baru, rawa, sawah berkadar besi tinggi, dan lahan terdegradasi. Tingkat produktivitas lahan sawah di Sumatera Barat dibedakan atas rendah (<4,5 ton/ha) tergolong kriteria merah, sedang (4,5-5,0 ton/ha) masuk dalam kriteria kuning, tinggi (5,01-5,5 ton/ha) digolongkan dalam kriteria hijau dan sangat tinggi (>5,5 ton/ha) termasuk kriteria biru (Distanhorti Sumbar, 2013).

Beberapa kabupaten penghasil padi sawah di Sumatera Barat, produktivitasnya masih kurang dari 4,5 t/ha yaitu Kabupaten Dharmasraya, Kabupaten Sijunjung, Solok Selatan, dan Pesisir Selatan (BPS Sumatera Barat, 2013). Permasalahan kualitas tanah yang rendah merupakan penyebab utama sulitnya peningkatan produktivitas pada daerah-daerah yang tergolong merah (Distanhorti Sumbar, 2013). Kualitas tanah yang rendah dicirikan oleh permasalahan kandungan hara, bahan organik, kemasaman tanah yang tinggi, adanya kandungan unsur-unsur yang bersifat toksik dan sifat-sifat fisik tanah yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman (Dariah *et al.*, 2007). Kualitas tanah yang rendah dapat pula disebabkan oleh sifat alami tanahnya (*inherent*) atau fenomena alam, namun tidak sedikit yang disebabkan oleh perilaku

manusia seperti pengelolaan yang belum tepat (Veheye, 2007). Berbagai hasil penelitian terdahulu (Mulyani *et al.*, 2012); (Hakim, 2012); (Hartatik dan Septiyana, 2012); (Dariah *et al.*, 2012) mendapatkan bahwa perbaikan kualitas tanah pada lahan-lahan sawah berproduktivitas rendah dapat dilakukan dengan pengelolaan bahan pembenah tanah seperti pemberian bahan organik, pengapuran, aplikasi zeolit, dan pemberian pupuk hayati, serta perbaikan dosis pupuk sesuai dengan konsep pemupukan berimbang.

Pembenah tanah merupakan suatu bahan yang dapat digunakan untuk mempercepat pemulihan/perbaikan kualitas tanah. Bahan organik selain dapat berfungsi sebagai sumber hara, fungsinya sebagai pembenah tanah juga telah banyak dibuktikan (Suriadikarta *et al.*, 2005); (Achmad *et al.*, 2006). Dari hasil rangkuman beberapa penelitian (Sutuno dan Admihardja, 1997) menyimpulkan bahwa pembenah tanah dalam bentuk polimer organik mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memperbaiki sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi tanah. Sebagai pembenah tanah, bahan organik umumnya dibutuhkan dalam jumlah yang relatif banyak, sehingga seringkali sulit untuk dipraktekkan oleh sebagian petani.

Selain pembenah tanah organik, terdapat pembenah tanah yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas tanah. Harzburgit dan dolomit merupakan bahan mineral yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah (Ismon *et al.*, 2000); (Syafei *et al.*, 2000); (Ismon, 2006). Pemberian Harzburgit dengan dosis 200 kg/ha dapat meningkatkan hasil padi sawah dari 4,3 ton/ha menjadi 5,5 ton/ha (Ismon *et al.*, 2000). Harzburgit tersusun atas mineral utamanya olivin ($(MgFe)_2SiO_4$) dan hipersten ($MgFe_2Si_2O_6$) (Graha, 1987). Batuan ini mengandung Mg dan Si cukup tinggi yaitu berkisar antara 33-37% MgO dan 33 – 49% SiO_2 . Kandungan Fe dan Ca tidak begitu tinggi hanya berkisar antara 6 – 10% CaO, dan 10 – 12% Fe_2O_3 , serta tidak mengandung unsur yang bersifat toksik. Batuan

ini bersifat basis dengan pH berkisar antara 8,5 – 9,5 (Syafei *et al.*, 2000). Deposit batuan ini di Sumatera Barat diperkirakan lebih dari 2,4 milyar metrik ton (Nuzuir, 1999).

Selain harzburgit dan dolomit bahan mineral yang dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah adalah Zeolit (Sastiono dan Suwardi, 1999); (Suwardi, 2007). Berdasarkan hasil penelitian Pusat Inventarisasi Sumberdaya Mineral dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, jumlah cadangan sumberdaya Zeolit di Indonesia juga cukup tinggi yakni tidak kurang dari 205,8 juta ton (Husaini, 2007).

Bahan mineral dapat dijadikan sebagai alternatif bahan pembenah tanah, namun penggunaan bahan organik tetap harus menjadi prioritas, karena banyak fungsi dari bahan organik yang tidak dapat digantikan oleh bahan mineral. Hasil penelitian Sutono dan Agus (1999) menunjukkan bahwa kombinasi pembenah tanah organik dan mineral berpengaruh lebih baik terhadap perbaikan produktivitas lahan, dibanding dengan pembenah tanah organik dan mineral saja atau pembenah tanah saja. Oleh karena itu sebaiknya pembenah tanah mineral digunakan untuk meningkatkan mutu pembenah tanah organik, sehingga takaran bahan organik dapat dikurangi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi dan dosis pembenah tanah yang tepat untuk meningkatkan hasil pada lahan sawah berproduktivitas rendah.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilaksanakan di Nagari Sungai Langsek, Kecamatan Kamang Baru, selama 1 Musim Tanam MK 2015 dari bulan Juni – Oktober 2015. Penetapan lokasi ini berdasarkan *Kerangka Sampling Blok Sensus untuk Pengambilan Ubinan* oleh BPS pada masing-masing subron, yaitu subron 1 periode Januari-April, subron 2 periode Mei-Agustus, dan subron 3 periode September – Desember. Berdasarkan data BPS Kabupaten Sijunjung (2013),

produktivitas rata-rata lahan sawah kabupaten Sijunjung 4,7 t/ha. Lahan sawah yang paling rendah produktivitasnya yaitu Desa Sei Langsek, Kecamatan Kamang Baru dengan produktivitas rata-rata hanya 3,9 t/ha. Untuk melihat kendala produksi dilakukan pengambilan contoh tanah untuk dianalisis di laboratorium.

Contoh tanah diambil secara komposit. Satu contoh tanah komposit terdiri dari 10 sub contoh diambil dengan cara diagonal. Contoh tanah individual dimasukkan ke dalam ember dan dicampur sampai homogen, setelah homogen diambil seberat 0,5 – 1 kg yang merupakan contoh tanah komposit. Prosedur analisis serta bahan pengekstrak yang tepat ditentukan berdasarkan sifat tanah dan jenis hara serta berpedoman pada metoda analisis yang telah ditetapkan oleh Puslittanah (2012). Data hasil analisis laboratorium diolah dan dikelompokkan pada beberapa harkat (sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi) berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Sulaeman *et al.* (2005). Penilaian status kesuburan berpedoman kepada kriteria yang ditetapkan oleh Pusat Penelitian Tanah (1983) dan tingkat degradasi lahan berpedoman kepada kriteria yang ditetapkan oleh Mulyani *et al.* (2014).

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor dan tiga ulangan. Sebagai faktor pertama adalah formulasi bahan pembenah tanah:

- 1) F1 = 25% pupuk kandang sapi, 50% harzburgit, 25 % Zeolit, 0% Dolomit
- 2) F2 = 50% pupuk kandang sapi, 25% harzburgit, 15% Zeolit, 10% Dolomit
- 3) F3 = 75% pupuk kandang sapi, 15% harzburgit, 5% Zeolit, 5% Dolomit
- 4) F4 = 100% pupuk kandang sapi

Sebagai faktor kedua adalah takaran bahan pembenah tanah, yaitu: 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 t/ha. Tanpa bahan amelioran (0 t/ha) dijadikan sebagai pembanding (kontrol), sehingga jumlah kombinasi perlakuan menjadi 17 perlakuan.

Petak perlakuan berukuran 5 x 5 m, sehingga kebutuhan lahan untuk penelitian 1.275 m² ditambah dengan luas pematang, saluran air masuk dan air keluar, sehingga total luas lahan satu unit penelitian ini seluas 1.500 m².

Variabel yang diamati selama penelitian meliputi:

- a. Analisis tanah awal sebelum perlakuan di Laboratorium Tanah, Pupuk, dan Air BPTP Sumatera Barat. Metode analisis dan ekstraksi yang digunakan berpedoman pada petunjuk teknis analisis tanah yang dikeluarkan Balai Penelitian Tanah Bogor (Sulaeman *et al.*, 2005).
- b. Pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah anakan maksimum) diamati pada saat tanaman berumur 50 HST terhadap tanaman sampel sebanyak 10 rumpun tanaman/plot. Tinggi tanaman diamati mulai dari pangkal leher batang terbawah dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi.
- c. Gejala kekurangan atau kelebihan unsur hara diamati secara visual secara periodik yaitu setiap 10 hari bersamaan dengan pengamatan tingkat warna daun menggunakan Bagan Warna Daun (BWD). Gejala kekurangan hara N, P, dan K diamati secara visual yaitu pada daun dewasa yang telah berkembang sempurna. Gejala kekurangan N terlihat jika daun berwarna hijau muda kekuningan, gejala kekurangan P terlihat jika warna daun di antara tulang daun berwarna hijau keunguan, dan gejala kekurangan K terlihat jika pinggir daun berwarna kuning dan pada tingkat lanjut pinggir daun mengering.
- d. Kadar hara makro N, P, dan K pada stadia pertumbuhan maksimum yaitu umur 50 HST. Tanaman sampel diambil secara acak sebanyak tiga rumpun/plot. Metode analisis dan ekstraksi yang digunakan berpedoman kepada petunjuk teknis analisis tanah yang dikeluarkan Balai Penelitian Tanah Bogor (Sulaeman *et al.*, 2005).
- e. Komponen hasil terdiri dari jumlah anakan produktif, jumlah gabah permalai, persentase

gabah hampa dan bobot 1000 biji. Data komponen hasil diamati dari tanaman sampel, yaitu tiga rumpun tanaman/plot.

- f. Hasil gabah kering panen (kg GKG/plot), selanjutnya dikonversi menjadi gabah kering giling (kg GKG/plot) KA 14% dengan formula:

$$\text{GKG} = \frac{100 - \text{KA GKP}}{100 - 14} \times \text{hasil GKP}$$

- g. Hasil gabah kering giling/plot ukuran 5 x 5 meter, selanjutnya dikonversi menjadi hasil gabah kering giling/ha (kg/ha) dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Hasil GKG per H} = \frac{\text{luas lahan 1 ha}}{\text{luas plot}} \times \text{hasil/plot}$$

Data pertumbuhan, komponen hasil dan hasil dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam dan Uji Wilayah Berganda Duncan. Respon tanaman terhadap pemberian pembenah tanah diukur dengan kurva respon menggunakan analisis regresi dan dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square*) dengan model persamaan matematika (Gomez dan Gomez, 1984).

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \text{ diduga dengan } Y_i = a + bX_i + e_i$$

Dimana:

Y = hasil tanaman

α dan β atau a dan b = koefisien regresi yang akan diduga

α = intersep

β = kemiringan garis regresi atau slope

X_i = galat percobaan

ε_i = galat percobaan

Varietas yang digunakan adalah Inpari-21, bibit dipindahkan dari persemaian umur 15-20 hari, ditanam 2-3 batang/rumpun dengan jarak tanam 20 x 20 cm. Pupuk N diberikan dengan takaran 50 kg Urea/ha pada saat tanaman berumur 7 hari, dan pupuk susulan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan diberikan pada pertumbuhan anakan aktif dan saat primordia dengan takaran 22,5 kg N/ha. Waktu pemberian

pupuk N pada masing-masing stadia pertumbuhan tanaman dipantau dengan pengamatan warna daun menggunakan Bagan Warna Daun (BWD). Takaran pupuk P dan K ditentukan berdasarkan kadar P dan K total dalam tanah (Setyorini *et al.*, 2007) (Tabel 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis laboratorium (Tabel 2) menunjukkan bahwa lahan sawah di Sei Langsek Kecamatan Kamang Baru, Kabupaten Sijunjung termasuk lahan sawah yang tidak subur. Hal ini

Tabel 1. Penentuan takaran pupuk P dan K berdasarkan status hara dalam tanah

| Status Hara | Kadar P ekstrak HCL 25 % (mg P ₂ O ₅ /100 g) | Takaran SP-36 (kg/ha) | Kadar K ekstrak HCL 25 % (mg K ₂ O /100 g) | Takaran KCl (kg/ha) |
|-------------|---|--------------------------|--|------------------------|
| Rendah | <20 | 100 | <10 | 100 |
| Sedang | 20-40 | 75 | 10-20 | 50 |
| Tinggi | >40 | 50 | >20 | 50 |

Sumber : Setyorini *et al.* (2007)

Berdasarkan hasil analisis tanah di laboratorium, didapatkan kandungan P dan K tergolong tinggi. Takaran pupuk yang digunakan 50 kg SP-36 dan 50 kg KCl/ha, pupuk P diberikan seluruhnya saat tanam dan pupuk K diberikan sebanyak dua kali pemberian yaitu 1/3 dosis sebagai pupuk dasar dan 2/3 dosis saat pertumbuhan anakan maksimum. Panen dilakukan pada saat masak fisiologis dengan sabit bergerigi dan perontokan menggunakan thresher.

ditunjukkan dengan KTK dan kejenuhan basa yang sangat rendah. Berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Pusat Penelitian Tanah (1983) menyimpulkan bahwa jika KTK dan kejenuhan basa tergolong rendah, meskipun kandungan hara lain dan kandungan bahan C-organik tergolong tinggi, maka status kesuburan tanah tersebut tergolong rendah. Tanah dengan nilai KTK yang rendah mempunyai kemampuan yang rendah pula dalam menyimpan hara, sehingga menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan. Rendahnya efisiensi pemupukan karena rendahnya daya sangga tanah dan sebagian besar pupuk hilang dari lingkungan perakaran (Adiningsih, 2005);

Tabel 2. Sifat kimia lahan sawah desa Sungai Langsek, Kecamatan Kamang Baru, Kabupaten Sijunjung dengan jenis tanah Typic Hapludults, 2015

| Sifat Kimia | Nilai terukur | Harkat* |
|---|---------------|---------------|
| pH (H ₂ O) | 5,69 | Masam |
| pH (H ₂ O) | 5,19 | Masam |
| C-organik (%) | 2,16 | Sedang |
| N-total (%) | 0,15 | Rendah |
| C/N | 14,4 | Sedang |
| P-total (mg P ₂ O ₅ /100 g) | 53,25 | Tinggi |
| K-total (mg K ₂ O/100 g) | 25,89 | Sedang |
| Ca-dd (me/100 g) | 0,20 | Sangat Rendah |
| Mg-dd (me/100 g) | 0,45 | Rendah |
| K-dd (me/100 g) | 0,23 | Rendah |
| Na-dd (me/100 g) | 0,22 | Sedang |
| KTK (me/100 g) | 8,94 | Sangat Rendah |
| KB (%) | 12,36 | Sangat Rendah |

*) Harkat tanah berdasarkan Sulaeman *et al.* (2005)

Sumber: Laboratorium Tanah, Pupuk, Tanaman, dan Air BPTP Sumatera Barat, 2008

(Setyorini *et al.*, 2007). Reaksi tanah tergolong masam dan kandungan C-organik tergolong sedang. Kategorisasi kandungan bahan organik tanah menurut Balai Besar Penelitian Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) adalah rendah jika kadar C-organik <2,0%, sedang jika kandungan C-organik 2-3 % dan tinggi apabila lebih dari 3% (Sumarno *et al.*, 2009). Meskipun kandungan kandungan C-organik tergolong sedang, tetapi tanah ini kahat hara nitrogen dengan kandungan N-total hanya 0,15% dan tergolong sangat rendah. Menurut Dedata *dalam* Gunarto *et al.* (2002), apabila kandungan N tanah kurang dari 0,25% maka tanaman padi akan mengalami kelaparan (*defisiensi*) sehingga mengganggu pertumbuhannya.

Kandungan Hara Bahan Pembenah Tanah yang Digunakan Dalam Penelitian

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kualitas bahan pembenah tanah cukup tinggi dengan pH tergolong basa, kandungan C-organik cukup tinggi dengan tingkat kematangan tergolong baik yang dicerminkan dari nilai C/N berkisar antara 10,57 – 16,38 (Tabel 3). Masing-masing formulasi mempunyai kandungan hara makro berbeda. Kandungan hara N dan P tertinggi didapatkan pada F4, kandungan K tertinggi pada F3, kandungan Ca tertinggi pada F 2 dan F3, serta kandungan Mg tertinggi pada F1.

Terjadinya perbedaan ini erat kaitannya dengan bahan penyusun masing-masing formulasi pembenah tanah. Sumber Ca adalah dolomit, Mg dari harzburgit. Sedangkan N dan P lebih banyak berasal dari bahan organik. Kandungan N dan P semakin tinggi dengan meningkatnya porsi bahan organik, kandungan hara K semakin berkurang dengan meingkatnya porsi zeolit dan harzburgit, sebaliknya kandungan Mg meningkat dengan semakin tingginya porsi harzburgit.

Pertumbuhan dan Serapan Hara N, P dan K

Interaksi antara formulasi dengan takaran bahan pembenah tanah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (30 HST, 45 HST dan saat panen) namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan maksimum (Tabel 4). Pemberian pembenah tanah nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman sampai saat panen dengan tanaman tertinggi saat panen 95,67 cm pada F4 dengan takaran 5,0 t/ha. Peningkatan takaran selanjutnya tidak lagi meningkatkan tinggi tanaman secara nyata. Rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan tanpa bahan pembenah tanah (F0) lebih rendah dibandingkan tinggi tanaman yang diberikan bahan pembenah tanah. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan kesuburan lahan sawah berproduktivitas rendah dengan pemberian bahan pembenah tanah.

Tabel 3. Kualitas dan kandungan hara beberapa formulasi bahan pembenah tanah

| Formulasi | pH | Kandungan hara (%) | | | | | C (%) | C/N |
|-----------|------|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | | N | P | K | Ca | Mg | | |
| F 1 | 8,69 | 0,35 | 1,13 | 0,60 | 2,89 | 10,17 | 3,95 | 11,29 |
| F 2 | 8,71 | 0,87 | 1,31 | 1,20 | 7,06 | 5,61 | 9,20 | 10,57 |
| F 3 | 8,83 | 1,16 | 1,07 | 1,55 | 7,38 | 4,62 | 19,0 | 16,38 |
| F 4 | 7,95 | 1,67 | 2,88 | 0,76 | 0,52 | 1,05 | 23,0 | 13,77 |

Tabel 4. Pengaruh pemberian bahan pembenah tanah terhadap tinggi dan jumlah anakan maksimum padi sawah pada lahan sawah berproduktivitas rendah Typic Hapludults Kabupaten Sijunjung, Sungai Langsek, 2015

| Perlakuan | Tinggi Tanaman (cm) | | | Jumlah anakan maksimum (batang/rumpun) |
|-----------|---------------------|------------|------------|--|
| | 30 Hst | 45 Hst | Saat Panen | |
| FO | 51,67 b | 67,33 d | 89,00 d | 13,67 a |
| F1T1 | 54,00 ab | 70,33 cd | 93,00 abcd | 14,33 a |
| F1T2 | 52,00 ab | 70,67 cd | 92,33 abcd | 15,00 a |
| F1T3 | 53,00 ab | 72,33 abc | 92,00 abcd | 13,67 a |
| F1T4 | 55,33 ab | 71,67 abcd | 92,00 abcd | 14,00 a |
| F2T1 | 52,67 ab | 69,33 cd | 92,00 abcd | 14,00 a |
| F2T2 | 55,00 ab | 75,67 ab | 92,33 abcd | 14,00 a |
| F2T3 | 54,33 ab | 70,33 cd | 93,33 abcd | 15,67 a |
| F2T4 | 55,00 ab | 76,00 ab | 94,00 abc | 14,00 a |
| F3T1 | 52,67 ab | 70,00 cd | 91,00 bcd | 14,00 a |
| F3T2 | 56,33 a | 76,33 a | 93,67 abc | 13,67 a |
| F3T3 | 55,67 ab | 71,33 bcd | 95,00 ab | 13,00 a |
| F3T4 | 56,33 a | 74,00 abc | 93,33 abcd | 14,00 a |
| F4T1 | 51,67 b | 70,67 cd | 90,33 cd | 14,67 a |
| F4T2 | 56,00 ab | 76,00 ab | 95,67 a | 13,67 a |
| F4T3 | 55,33 ab | 73,33 abc | 93,67 abc | 14,33 a |
| F4T4 | 56,33 a | 73,67 abc | 93,00 abcd | 13,33 a |
| CV (%) | 5,07 | 4,10 % | 2,89% | 8,95% |

Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf LSD, 0,05

Kadar hara NPK dalam jaringan tanaman untuk seluruh perlakuan berada dalam batas kecukupan hara untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan tanaman tidak mengalami defisiensi hara N, P, dan K (Tabel 5). Hal ini disebabkan karena tanaman diberi pupuk N dengan dosis 22,5 kg N/ha sebanyak tiga kali pemberian berdasarkan hasil pemantauan tingkat kehijauan daun menggunakan Bagan Warna Daun (BWD), serta diberi pupuk P dan K dengan dosis masing-masingnya 50 kg P₂O₅/ha dan 50 kg K₂O/ha yang ditetapkan berdasarkan hasil analisis tanah sebelum diberi perlakuan

Pada perlakuan pupuk kandang (F4) terlihat kecenderungan semakin tinggi takaran yang diberikan kadar hara N dalam tanaman juga semakin tinggi. Hal ini diduga erat kaitannya dengan kandungan hara N yang lebih tinggi dibandingkan formulasi bahan pembenah tanah lainnya (Tabel 3).

Tabel 5. Pengaruh pemberian bahan pembenah tanah terhadap kandungan hara N, P, dan K tanaman umur 45 Hst pada lahan sawah berproduktivitas rendah Typic Hapludults di Kabupaten Sijunjung

| Perlakuan | Kandungan hara tanaman (%) | | |
|--------------|----------------------------|---------|---------|
| | N | P | K |
| Kontrol (F0) | 1,25 | 0,20 | 2,58 |
| F1T1 | 1,32 | 0,23 | 2,17 |
| F1T2 | 1,22 | 0,14 | 2,13 |
| F1T3 | 1,29 | 0,14 | 2,08 |
| F1T4 | 1,35 | 0,19 | 2,21 |
| F2T1 | 1,42 | 0,17 | 2,06 |
| F2T2 | 1,19 | 0,10 | 2,43 |
| F2T3 | 1,29 | 0,17 | 2,30 |
| F2T4 | 1,13 | 0,19 | 2,23 |
| F3T1 | 1,13 | 0,16 | 2,08 |
| F3T2 | 1,22 | 0,13 | 2,18 |
| F3T3 | 1,32 | 0,13 | 2,45 |
| F3T4 | 1,09 | 0,13 | 2,40 |
| F4T1 | 1,03 | 0,12 | 2,08 |
| F4T2 | 1,29 | 0,20 | 2,65 |
| F4T3 | 1,35 | 0,18 | 2,48 |
| F4T4 | 1,45 | 0,20 | 2,52 |
| Batas | 1,0-2,5 | 0,1-0,2 | 1,0-2,0 |
| Kecukupan *) | | | |

*) Kriteria menurut Dierolf *et al.* (2001)

Komponen Hasil

Interaksi antara formulasi dengan takaran bahan pembenah tanah berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif, persentase hampa, dan bobot 1000 biji (Tabel 6). Anakan produktif tertinggi (10,00 batang/rumpun) didapatkan pada perlakuan F2 dengan takaran 7,5 dan 10 t/ha. Rata-rata anakan produktif pada perlakuan tanpa pembenah tanah (F0) hanya 8,33 batang/rumpun. Pemberian pembenah tanah dengan formulasi F1, F2, F3, dan F4 meningkatkan jumlah anakan produktif masing-masingnya menjadi 8,50; 9,58; 9,17, dan 9,42 malai/rumpun.

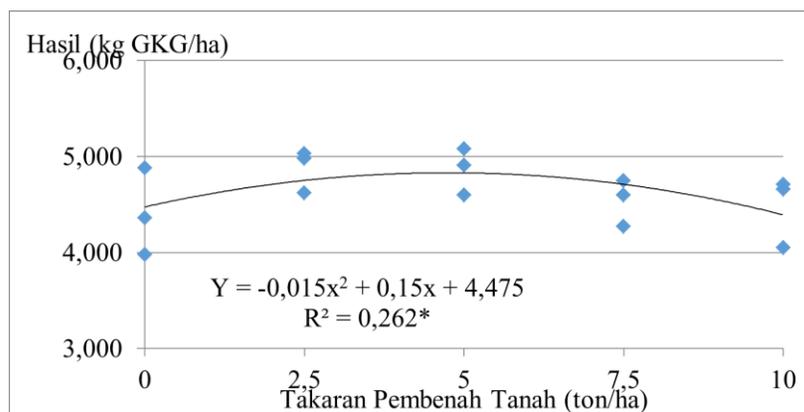
Gabah hampa paling rendah (6%) diperoleh pada perlakuan F3 dengan takaran 2,5 t/ha dan gabah hampa tertinggi (19,33%) didapatkan pada perlakuan F1 dengan takaran 5 t/ha. Tanpa pembenah tanah rata-rata berat 1.000 biji hanya 23,33 gr meningkat menjadi 24,83 gr; 25,25 gr; 24,75 gr; dan 24,83 gr untuk F1, F2, F3, dan F4. Peningkatan takaran pembenah tanah dari 2,5 t/ha menjadi 5,0 t/ha nyata meningkatkan bobot 1.000 biji. Bobot 1.000 biji tertinggi (27,00 g) didapat pada perlakuan F4 dengan takaran 5 t/ha. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembenah tanah memberikan pengaruh yang cukup baik dalam hal pengisian biji. Hal ini diperkirakan karena pembenah tanah mengandung hara N, P, K, Ca, dan Mg yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan pengisian biji. Hara P merupakan salah satu hara

yang paling dominan peranannya dalam proses pengisian biji.

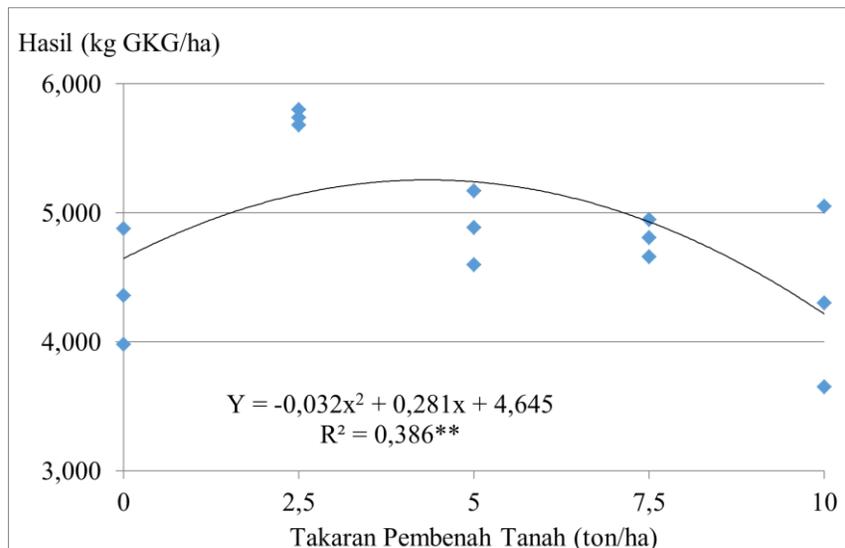
Hasil Gabah Kering Panen

Pemberian bahan pembenah tanah dengan empat formulasi, berpengaruh sangat nyata terhadap hasil padi sawah. Terdapat interaksi nyata antara formulasi bahan pembenah tanah dan takaran yang diberikan terhadap hasil padi sawah. Hasil tertinggi (6,160 t GKG/ha) didapat pada F3 (75% pupuk kandang sapi, 15% harzburgit, 5% zeolit, 5% dolomit) dengan takaran 5,0 ton/ha, dibandingkan tanpa pemberian bahan pembenah tanah (F0), perlakuan F3 dengan takaran 5,0 t/ha meningkatkan hasil sebesar 1,753 t/ha. Merujuk data produktivitas (BPS Sumatera Barat, 2013) maka hasil meningkat dari 3.945 kg GKG/ha menjadi 6.160 kg GKG/ha dan peningkatan hasil mencapai 2.215 kg GKG/ha. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas lahan sawah di Kabupaten Sijunjung dapat ditingkatkan menjadi dua kali lipat dengan pemberian bahan pembenah tanah yang sesuai dengan karakteristik lahan.

Berdasarkan kurva respon (Gambar 1) untuk perlakuan F1, rata-rata hasil pada perlakuan tanpa pembenah tanah hanya 4.475 kg GKG/ha. Setiap peningkatan 1 ton pembenah tanah sampai takaran maksimum dapat



Gambar 1. Hubungan antara takaran bahan amelioran formula F1 dengan hasil gabah kering giling

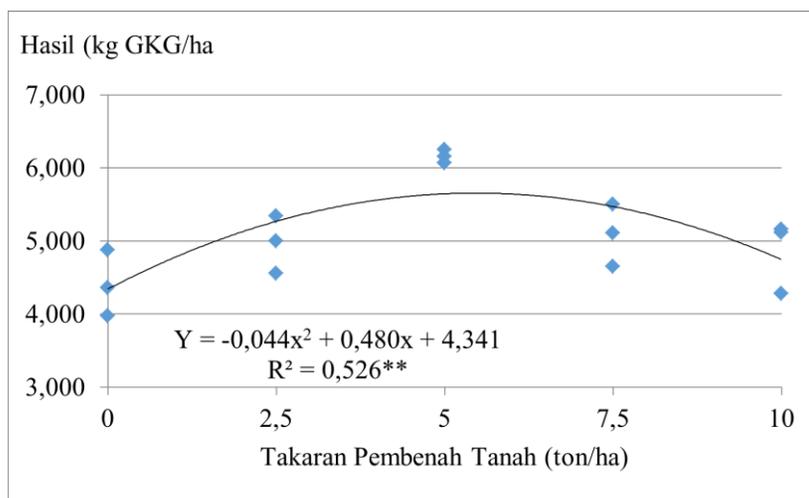


Gambar 2. Hubungan antara takaran bahan amelioran Formula 2 (F2) dengan hasil gabah kering giling

meningkatkan hasil sebesar 150 kg GKG/ha dan peningkatan takaran selanjutnya akan menurunkan hasil sebesar 15 kg GKG/ha. Takaran maksimum pemberian pembenah tanah untuk F1 adalah 5 t/ha dengan hasil maksimum yang dapat dicapai adalah 4.475 kg GKG/ha.

Respon hasil terhadap pemberian bahan pembenah tanah dengan Formulasi F2 disajikan pada Gambar 2. Terdapat korelasi sangat erat ($R^2=0,386^{**}$) antara takaran bahan pembenah tanah dengan hasil. Berdasarkan kurva respon

yang disajikan dalam Gambar 2, didapatkan bahwa tanpa pemberian bahan pembenah tanah rata-rata hasil yang diperoleh hanya 4.645 kg GKG/ha. Setiap peningkatan 1 ton/ha pembenah tanah sampai takaran maksimum dapat meningkatkan hasil sebesar 281 kg GKG/ha dan peningkatan takaran selanjutnya akan menurunkan hasil sebesar 32 kg GKG/ha. Takaran maksimum pemberian pembenah tanah untuk F2 adalah 4,391 t/ha dengan hasil maksimum yang dapat dicapai adalah 5.738 kg



Gambar 3. Hubungan antara takaran bahan amelioran Formula 3 (F3) dengan hasil gabah kering giling

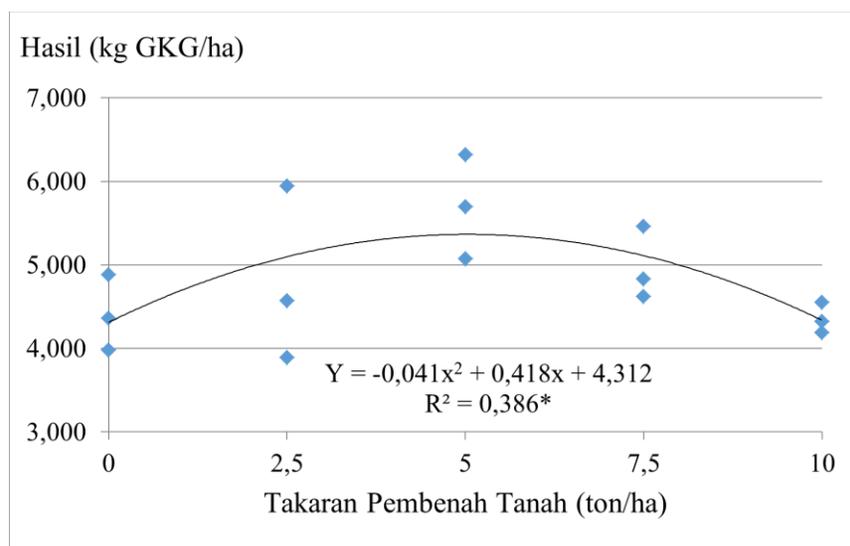
GKG/ha.

Respon hasil terhadap pemberian bahan pembenah tanah dengan Formulasi F3 disajikan pada Gambar 3. Terdapat korelasi yang sangat erat ($R^2=0,526$) antara takaran bahan pembenah tanah dengan hasil. Berdasarkan kurva respon yang disajikan dalam Gambar 3, didapatkan bahwa tanpa pemberian bahan pembenah tanah rata-rata hasil yang diperoleh hanya 4.341 kg GKG/ha. Setiap peningkatan 1 ton/ha pembenah tanah sampai takaran maksimum dapat meningkatkan hasil sebesar 480 kg GKG dan peningkatan takaran selanjutnya akan menurunkan hasil sebesar 44 kg GKG. Takaran maksimum pemberian pembenah tanah untuk F3 adalah 5,455 t/ha dengan hasil maksimum yang dapat dicapai adalah 5.650 kg GKG/ha.

Respon hasil terhadap pemberian bahan pembenah tanah dengan Formulasi F4 disajikan pada Gambar 4. Terdapat korelasi sangat erat ($R^2=0,386$) antara takaran bahan pembenah tanah dengan hasil. Berdasarkan kurva respon yang disajikan dalam Gambar 4, didapatkan bahwa tanpa pemberian bahan pembenah tanah rata-rata hasil yang diperoleh hanya 4.312 kg GKG/ha. Setiap peningkatan 1 ton/ha pembenah tanah

sampai takaran maksimum dapat meningkatkan hasil sebesar 418 kg GKG/ha dan peningkatan takaran selanjutnya akan menurunkan hasil sebesar 41 kg GKG/ha. Takaran maksimum pemberian pembenah tanah untuk F4 adalah 5,098 t/ha dengan hasil maksimum yang dapat dicapai adalah 5.377 kg GKG/ha.

Efektivitas masing-masing formulasi bahan pembenah tanah untuk lahan berproduktivitas rendah dengan jenis tanah Typic Hapludults kabupaten Sijunjung, Formulasi F2 lebih baik dibandingkan dengan formulasi lainnya. Takaran maksimum pemberian pembenah tanah F2 dicapai pada takaran 4.391 kg/ha dengan capaian hasil maksimum 5.738 kg GKG/ha (Tabel 7). Takaran tersebut lebih baik dibandingkan dengan formulasi lainnya, takaran maksimum pembenah tanah pada F2 lebih rendah. Namun hasil maksimum yang dapat dicapai lebih tinggi dibandingkan pada formulasi yang lain.



Gambar 4. Hubungan antara takaran bahan amelioran formula 4 (F4) dengan hasil gabah kering giling pada lahan sawah berproduktivitas rendah Typic Hapludults Kabupaten Sijunjung, Sungai Langsek, 2015

Tabel 7. Takaran maksimum pemberian bahan pembenah tanah pada lahan sawah berproduktivitas rendah Typic Hapludults kabupaten Sijunjung, Sungai Langsek, 2015

| Formulasi Pembenah Tanah | Persamaan Garis Regresi | Nilai Korelasi | Takaran Maksimum Pembenah Tanah (kg/ha) | Hasil Maksimum (kg GKG/ha) |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------|---|----------------------------|
| F1 | $Y = -0,015x^2 + 0,15x + 4,475$ | $R^2 = 0,262^*$ | 5,000 | 4,475 |
| F2 | $Y = -0,044x^2 + 0,480x + 4,341$ | $R^2 = 0,526^{**}$ | 4,391 | 5,738 |
| F3 | $Y = -0,044x^2 + 0,480x + 4,341$ | $R^2 = 0,526^{**}$ | 5,455 | 5,650 |
| F4 | $Y = -0,041x^2 + 0,418x + 4,312$ | $R^2 = 0,386^*$ | 5,098 | 5,337 |

Analisis usahatani yang dilakukan terhadap 18 perlakuan termasuk perlakuan cara patani (CP), menunjukkan bahwa biaya produksi bervariasi dari Rp 8.939.000/ha sampai Rp 15.089.000/ha. Biaya produksi terendah didapatkan pada perlakuan Tanpa Bahan Amelioran (F0) dan tertinggi pada perlakuan F1T4 (Tabel 8). Perbedaan biaya produksi disebabkan karena terdapatnya perbedaan biaya bahan dan upah tenaga kerja, terutama dalam

aplikasi bahan amelioran. Pekerjaan menabur satu ton bahan amelioran membutuhkan satu orang tenaga kerja pria dengan upah Rp 90.000/hari.

Total penerimaan dari 18 perlakuan yang diuji bervariasi dari Rp 21.851.500 sampai Rp 33.880.000. Total penerimaan tertinggi didapat pada perlakuan F3T2 dan terendah pada perlakuan petani. Kisaran keuntungan (pendapatan) cukup besar yaitu mulai dari Rp

Tabel 8. Analisis usahatani perlakuan pemberian bahan amelioran pada lahan sawah berproduktivitas rendah Typic Hapludults Kabupaten Sijunjung, Sungai Langsek, 2015

| Perlakuan | Hasil (kg GKG/ha) | Penerimaan (Rp) | Biaya Produksi (Rp) | Keuntungan (Rp) | B/C |
|-----------|-------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------|
| F1T1 | 4.877 | 26.823.500 | 10.914.000 | 15.909.500 | 1,46 |
| F1T2 | 4.863 | 24.970.000 | 12.889.000 | 12.081.000 | 0,94 |
| F1T3 | 4.540 | 24.970.000 | 14.864.000 | 10.106.000 | 0,68 |
| F1T4 | 4.473 | 24.601.500 | 15.089.000 | 9.512.500 | 0,63 |
| F2T1 | 5.740 | 31.570.000 | 10.416.500 | 21.153.500 | 2,03 |
| F2T2 | 4.885 | 26.867.500 | 11.894.000 | 14.973.500 | 1,26 |
| F2T3 | 4.807 | 26.438.500 | 13.371.500 | 13.067.000 | 0,98 |
| F2T4 | 4.333 | 23.831.500 | 14.849.000 | 8.982.500 | 0,60 |
| F3T1 | 4.967 | 27.318.500 | 9.971.500 | 17.347.000 | 1,74 |
| F3T2 | 6.160 | 33.880.000 | 11.004.000 | 22.876.000 | 2,08 |
| F3T3 | 5.087 | 27.978.500 | 12.036.500 | 15.942.000 | 1,32 |
| F3T4 | 4.853 | 26.691.500 | 13.069.000 | 13.622.500 | 1,04 |
| F4T1 | 4.800 | 26.400.000 | 9.664.000 | 16.736.000 | 1,73 |
| F4T2 | 5.695 | 31.322.500 | 10.389.000 | 20.933.500 | 2,01 |
| F4T3 | 4.970 | 27.335.000 | 11.114.000 | 16.221.000 | 1,46 |
| F4T4 | 4.353 | 23.941.500 | 11.839.000 | 12.102.500 | 1,02 |
| TO | 4.407 | 24.238.500 | 8.939.000 | 15.299.500 | 1,71 |
| CP | 3.973 | 21.851.500 | 9.919.000 | 11.932.500 | 1,20 |

8.982.500 – Rp 22.876.000. Keuntungan tertinggi didapat pada perlakuan F3T2, yaitu Formula 3 (75% pupuk kandang sapi, 15% harzburgit, 5% zeolit, 5% dolomit) dengan takaran 5 ton/ha yang terdiri dari 3.750 kg pupuk kandang sapi + 750 kg harzburgit + 250 kg zeolit + 250 kg dolomit). Keuntungan yang diperoleh pada perlakuan ini sebesar 208% dari total biaya produksi atau B/C = 2,08.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 13 perlakuan dengan nilai B/C >1 dan hanya tiga perlakuan yang menghasilkan nilai B/C >2 yaitu F3T2 (B/C = 2,08), F2T1 (B/C = 2,03), dan F4T2 (B/C = 2,01). Oleh karena tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemberian bahan amelioran yang menguntungkan secara ekonomis, maka perlakuan yang dipilih untuk meningkatkan hasil pada lahan sawah berproduktivitas rendah di Kabupaten Sijunjung adalah Formula 3 dengan takaran 5 ton/ha yang terdiri dari 3.750 kg pupuk kandang sapi + 750 kg harzburgit + 250 kg zeolit + 250 kg dolomit. Namun demikian untuk penelitian skala pengembangan perlu dilakukan pengujian terhadap 3 perlakuan terpilih yang memberikan nilai B/C >2,0 yaitu F2T1, F3T2, dan F4T2.

KESIMPULAN

Pemberian bahan amelioran berupa campuran pupuk kandang sapi, harzburgit, zeolit, dan dolomit meningkatkan produktivitas lahan sawah di Kabupaten Sijunjung. Efektivitas bahan amelioran yang diberikan bergantung kepada keseimbangan komposisi antara pupuk kandang sapi, harzburgit, zeolit, dan dolomit. Komposisi campuran bahan amelioran yang memberikan keuntungan tertinggi adalah 50% pupuk kandang sapi, 25% harzburgit, 15% zeolit, 10% dolomit yang diaplikasikan dengan takaran 2,5 ton/ha atau setara dengan 1.250 kg pupuk kandang + 625 kg harzburgit + 375 kg zeolit + 250 kg dolomit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat yang memberikan kepercayaan untuk melaksanakan kajian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ir. Azwir, MS (almarhum) yang telah bersama-sama melaksanakan penelitian ini. Terimakasih juga disampaikan kepada Masril yang telah membantu pelaksanaan kegiatan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., Dariah, A., Santoso, D. 2006. Pupuk hijau, pupuk organik dan pupuk hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Pertanian dan Pengembangan Pertanian.
- Adiningsih, J.S. 2005. Peran pupuk organik dalam menunjang peningkatan produktivitas lahan pertanian. Makalah disampaikan pada acara Temu Teknologi Pemupukan Berimbang. Hotel Inna Muara Padang. 14 Desember 2005.
- BPS Kabupaten Sijunjung. 2013. Kabupaten Sijunjung dalam angka. Muaro. BPS Kabupaten Sijunjung.
- BPS Sumatera Barat. 2013. Sumatera Barat dalam angka. Badan Pusat Statistik Sumatera Barat.
- Dariah, A., Nurida, N.L., Jubaedah. 2012. Pemanfaatan pembenah tanah untuk pemulihan tanah terdegradasi yang didominasi fraksi pasir dan liat. *In* Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. hal. 669–676.
- Dariah, A., Nurida, N.L., Sutono. 2007. Formulasi bahan pembenah tanah untuk rehabilitasi lahan terdegradasi.

- Disampaikan pada Seminar Sumberdaya Lahan dan Lingkungan, Bogor. 7-8 November 2007.
- Distanhorti Sumbar. 2013. Peningkatan produksi beras nasional Sumatera Barat. Makalah disampaikan pada Rapat Kerja P2BN Tingkat Propinsi Sumatera Barat. Padang, 4 Mei 2011.
- Gomez, K.A., Gomez, A.A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Sons.
- Graha, S.D. 1987. Batuan dan mineral. Nova, Bandung.
- Gunarto, L., Lestari, P., Supadmo, H., Marzuki, A.R. 2002. Dekomposisi Jerami padi, inokulasi azospirillum dan pengaruhnya terhadap efisiensi penggunaan pupuk N pada padi sawah. *Penelit. Pertan. Tanam. Pangan*, vol. 21 (1): 1–10.
- Hakim, N. 2012. Pemanfaatan titonia (*tithonia difersifolia*) dan bahan alam lainnya untuk perbaikan kesuburan tanah dan pemulihan lahan terdegradasi. *In* Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Hartatik, W. dan Septiyana. 2012. Ameliorasi dan pemupukan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan sub optimal. *In*: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. hal. 6–7.
- Husaini. 2007. Karakteristik dan deposit pembenah tanah zeolit di Indonesia. Disampaikan pada Semiloka Pembenah Tanah Menghemat Pupuk Mendukung Produksi Beras. Dirjen Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian bekerjasama dengan Konsorsium Pembenah Tanah Indonesia.
- Ismon, L. 2006. Pengaruh harzburgit (batuan ultrabasis) dan kiserit terhadap ketersediaan Mg dan P serta pertumbuhan jagung pada typic kandiudults. *Tanah Trop.* 11 (2).
- Ismon, L. Syafei, Erdiman. 2000. Pengaruh pemberian harzburgit terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah pada dua lokasi sentra produksi di Sumatera Barat. *In*: Seminar Nasional Hasil-Hasil Pengkajian, Padang 21-23 November 2000, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarami.
- Mulyani, A., Setyorini, D., Rochayati, S., Las, I. 2014. Karakteristik dan Sebaran lahan sawah terdegradasi di 8 provinsi sentra produksi padi. [WWW Document]. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/document.php?folder=ind/dokumentasi/lainnya&filename=07-%20Anny%20Mulyani%20et%20al-%20Karakteristikk%20dan%20Sebaran%20Lahan%20Sawah&ext=pdf>.
- Mulyani, A., Setyorini, D., Rochayati, S., Las, I. 2012. Karakteristik dan sebaran lahan sawah terdegradasi di 8 provinsi sentra produksi padi. *In*: Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Nuzuir. 1999. Diversifikasi bahan galian batuan ultramafik (harzburgit, dunit, serpentinit) Pasaman untuk perbaikan lahan sawah di Kabupaten Agam. Penelitian penjajakan menggunakan harzburgit untuk tanaman padi sawah, Kanwil Departemen Pertambangan dan Energi Propinsi.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Term of reference type A. Publikasi P3MT. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- Puslittanah. 2012. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian, Jakarta, Indonesia.

- Sastiono, A. dan Suwardi. 1999. Pemanfaatan zeolit alam untuk meningkatkan kesuburan tanah, Disampaikan pada Seminar Pembuatan dan Pemanfaatan Zeolit Agro untuk Meningkatkan Produksi Industri Pertanian Tanaman Pangan dan Perkebunan. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Pertamb.
- Setyorini, D., Suriadikarta, D.A., Nurjaya. 2007. Rekomendasi pemupukan padi sawah bukaan baru. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Sulaeman, Suparto, Eviati. 2005. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Balai Penelitian Tanah, Bogor. 136 Halaman.
- Sumarno, Kartasasmita, U.G., Pasaribu, D., 2009. Pengayaan kandungan bahan organik tanah mendukung keberlanjutan sistem produksi padi sawah. *J. Iptek Tanam. pangan*, vol 4 (1): 18–32.
- Suriadikarta, D.A., Prihatini, T., Setyorini, D., Hartatik, W. 2005. Teknologi pengelolaan bahan organik tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan.
- Sutono, Agus, F. 1999. Pengaruh pembenah tanah terhadap hasil kedelai di Cibugel, Sumedang. *In: Prosiding Seminar Sumberdaya Lahan*. hal. 379–386.
- Sutuno, Admihardja, A. 1997. Pemanfaatan soil conditioner dalam upaya rehabilitasi lahan terdegradasi. *In: Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian tanah dan Agroklimat*. hal. 107–122.
- Suwardi, 2007. Pemanfaatan zeolit untuk perbaikan sifat-sifat tanah dan peningkatan produksi pertanian. Makalah disampaikan pada Semiloka Pembenah Tanah Menghemat Pupuk Mendukung Produksi Beras. Dirjen Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian bekerjasama dengan K.
- Syafei, Ismon, L., Erdiman. 2000. Kajian penggunaan Ca, Mg dan Status hara padi sawah. Laporan akhir penelitian, Kerjasama Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Propinsi Sumatera Barat dengan BPTP Sukarami, BPTP Sukarami. 15 halaman.
- Veheye, W. 2007. Integrating land degradation issues into a national soils policy. *Countur. Newsl. Asia Soil Conserv. Network, ASOCON*. XIX (1).