

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Manfaat Biochar dan Bahan Pembenh Tanah terhadap Sifat Tanah Berpasir

4.1.1 Berat Isi dan Berat Jenis Tanah

Berat isi dan berat jenis tanah hampir selalu dijadikan parameter dalam setiap penilaian kualitas fisik tanah. Pada umumnya kualitas tanah yang baik ditunjukkan oleh nilai berat isi dan berat jenis tanah yang rendah, namun pemberian biochar dan bahan pembenh tanah dalam penelitian ini diharapkan mampu untuk memberikan pengaruh sebaliknya yaitu dengan meningkatkan berat isi dan berat jenis tanah sekaligus struktur tanah berpasir yang lepas dapat diperbaiki. Pengaruh dari pemberian biochar dan bahan pembenh tanah terhadap berat isi dan berat jenis tanah berpasir disajikan pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenh tanah terhadap berat isi tanah berpasir

Perlakuan	Berat isi (g.cm^{-3})						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenh tanah)	1,36	1,28	1,21	1,25	1,18	1,14	1,32 b
Biochar serasah tebu 10 t.ha^{-1}	1,25	1,22	1,30	1,24	1,27	1,21	1,23 ab
Abu Ketel 10 t.ha^{-1}	1,31	1,21	1,29	1,22	1,25	1,15	1,22 ab
Pupuk Kandang 10 t.ha^{-1}	1,16	1,23	1,28	1,19	1,16	1,22	1,25 ab
Kompos serasah tebu 10 t.ha^{-1}	1,13	1,17	1,31	1,19	1,16	1,10	1,18 ab
Biochar serasah tebu 5 t.ha^{-1} + pupuk kandang 5 t.ha^{-1}	1,32	1,25	1,33	1,22	1,20	1,20	1,21 ab
Biochar serasah tebu 5 t.ha^{-1} + kompos serasah tebu 5 t.ha^{-1}	1,24	1,16	1,33	1,22	1,20	1,18	1,15 a
Abu ketel 5 t.ha^{-1} + pupuk kandang 5 t.ha^{-1}	1,26	1,26	1,31	1,23	1,24	1,15	1,24 ab
Abu ketel 5 t.ha^{-1} + kompos serasah tebu 5 t.ha^{-1}	1,20	1,25	1,26	1,23	1,22	1,22	1,23 ab
Abu ketel 5 t.ha^{-1} + blotong 5 t.ha^{-1}	1,30	1,26	1,27	1,22	1,16	1,17	1,21 ab
BNJ	tn	tn	tn	tn	tn	tn	0,1598

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian biochar dan bahan pembenh tanah lain tidak berbeda nyata antar perlakuan pada 5-10 BST, tetapi berbeda nyata pada 11 BST. Hasil uji BNJ pada taraf 5% menunjukkan perlakuan-

perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata. Secara keseluruhan pemberian bahan pembenah tanah menurunkan berat isi pada 11 BST dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ menurunkan berat isi sebesar 7%, abu ketel 10 t.ha⁻¹ 8%, pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ 5%, kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹ 11%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 8%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 13% dan menjadi penurunan berat isi terbesar diantara perlakuan lain, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 6%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 7%, dan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ sebesar 8%.

Hasil tersebut sesuai dengan Rajiman (2014) berdasarkan penelitiannya menyatakan bahan pembenah tanah menurunkan berat isi tanah pada lahan pasir. Penurunan berat isi terbesar dihasilkan oleh perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹. Hal ini diduga disebabkan oleh biochar juga memiliki kemampuan untuk menurunkan kekuatan tanah dan memodifikasi berat isi (Zeelie, 2012). Hal yang berbeda dilaporkan oleh Basso (2012) yang mendapatkan hasil pemberian biochar pada tanah berpasir tidak berpengaruh nyata. Kompos menurut Setyorini *et al.* (2006) dapat memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur pada tanah lempung sedangkan pada tanah berpasir menjadi lebih kompak. Tetapi, berdasarkan hasil penelitian ini pengaruh yang terjadi lebih besar terhadap penurunan berat isi tanah.

Hasil yang relatif berbeda ditunjukkan oleh pengaruh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah terhadap berat jenis tanah berpasir (tabel 6). Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir tidak berbeda nyata antar perlakuan pada 5 BST, 7 BST, 8 BST, 9 BST, 10 BST, 11 BST dan hanya berbeda nyata pada 6 BST. Peningkatan berat jenis dibandingkan dengan kontrol terjadi pada semua perlakuan kecuali pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹. Berat jenis meningkat 0,46% pada perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ 1,38% pada perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹, 2,29% pada perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹, 2,29% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 1,38% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹, 0,92% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 5,50% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹,

1,38% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹, sedangkan pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹ berat jenis lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Diduga hal ini disebabkan oleh kompos serasah tebu yang berpengaruh dalam menurunkan berat jenis tanah seperti pada umumnya pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat menurunkan berat jenis tanah (Juo dan Franzluebbbers, 2003).

Tabel 6. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap berat jenis tanah berpasir

Perlakuan	Berat jenis (g.cm ⁻³)							
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST	
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	2,23	2,18 ab	2,35	2,24	2,17	2,20	2,28	
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	2,27	2,19 ab	2,30	2,34	2,21	2,18	2,30	
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	2,27	2,21 ab	2,30	2,27	2,24	2,19	2,31	
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	2,22	2,23 ab	2,26	2,25	2,19	2,24	2,27	
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	2,22	2,14 a	2,30	2,28	2,19	2,17	2,28	
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	2,24	2,23 ab	2,25	2,31	2,23	2,17	2,29	
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	2,24	2,21 ab	2,25	2,29	2,19	2,22	2,26	
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	2,22	2,20 ab	2,32	2,28	2,17	2,19	2,24	
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	2,23	2,30 b	2,26	2,23	2,13	2,25	2,29	
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	2,26	2,21 ab	2,26	2,28	2,20	2,20	2,24	
BNJ	tn	0,1360	tn	tn	tn	tn	tn	

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

4.1.2 Porositas Total Tanah

Pori tanah berupa ruang antara butiran padat tanah berukuran makro, meso dan mikro menjadi ruang yang ditempati oleh udara dan air di dalam tanah. Porositas tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dan struktur tanah. Bahan pembenah tanah berupa bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah dengan mempengaruhi tingkat perkembangan struktur tanah (Tate, 1987). Selain itu tinggi rendahnya berat isi dan berat jenis tanah juga mempengaruhi besarnya porositas total tanah. Berat isi yang semakin rendah dengan berat jenis

sama atau tidak berubah akan meningkatkan persentase porositas total tanah dan peningkatan berat jenis tanah tanpa diikuti oleh perubahan nilai berat isi tanah juga meningkatkan persentase porositas total tanah, pun demikian sebaliknya. Hasil penelitian (tabel 7) menunjukkan bahwa pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap porositas total tanah.

Tabel 7. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap porositas total tanah berpasir

Perlakuan	Porositas total (%)						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	38,93	41,21	48,43	44,20	45,49	48,39	42,24
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	44,95	44,19	43,24	46,97	42,46	44,30	46,49
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	42,44	45,07	43,97	46,42	44,35	47,65	46,97
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	47,99	44,75	43,53	47,08	47,12	45,58	44,75
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	49,36	45,31	43,26	47,90	46,92	49,50	48,23
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	40,98	43,90	40,57	47,00	46,43	44,63	47,27
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	44,48	47,36	40,82	46,46	45,29	46,88	48,85
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	43,07	42,84	43,43	46,14	43,09	47,43	44,43
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	46,24	45,79	44,34	44,84	42,59	45,76	46,58
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	42,43	42,81	43,80	46,55	47,27	46,87	45,96
BNJ	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Hasil tersebut disebabkan oleh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah yang secara umum tidak secara konsisten berpengaruh nyata terhadap berat isi dan berat jenis tanah. Porositas ditentukan besaran relatif berat isi dan berat jenis tanah. Semakin besar berat isi mendekati nilai berat jenis, maka porositasnya semakin kecil (Santi dan Goenadi, 2010). Pada umumnya pemberian bahan organik pada tanah bertujuan untuk meningkatkan porositas total tanah, sedangkan pada tanah berpasir pemberian biochar dan bahan pembenah tanah diharapkan mampu memperbaiki strukturnya yang lepas dengan mengurangi pori makro dan meningkatkan jumlah pori-pori yang dapat menahan air seperti halnya hasil penelitian Mowidu (2001) yang menyatakan pemberian 20-30 ton bahan

organik pada tanah dapat meningkatkan jumlah pori berguna dan pori penyimpanan air.

4.1.3 Kadar Air Kapasitas Lapang pF 2,5 dan Titik Layu Permanen pF 4,2

Biochar dan bahan pembenah tanah berupa bahan organik diberikan pada tanah berpasir bertujuan untuk meningkatkan kapasitas lapang dimana kadar air dalam kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman tebu dan titik layu permanen dimana kondisi air dalam tanah tidak dapat diabsorpsi oleh akar tanaman tebu. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kadar air kapasitas lapang pada tanah berpasir disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kadar air kapasitas lapang pF 2,5

Perlakuan	pF 2,5 (%)						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	24,09	17,12	15,94	15,47	14,74	14,23	15,59
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	22,28	18,19	18,82	16,32	17,36	16,58	15,37
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	23,36	17,87	18,17	16,44	17,03	15,10	15,30
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	20,22	17,65	17,19	15,59	15,35	15,00	15,17
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	21,34	19,02	19,75	15,79	16,86	14,89	14,62
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	23,50	18,63	18,92	16,33	17,13	15,17	15,33
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	22,60	17,71	18,08	15,67	16,41	15,63	14,36
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	23,09	18,07	17,98	15,72	16,73	15,28	15,42
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	21,66	18,15	18,44	16,08	15,73	16,05	15,11
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	23,32	19,05	18,37	15,67	15,97	15,31	14,65
BNJ	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan persentase kadar air kapasitas lapang pF 2,5 sebagai dampak dari pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir pada umur 5-11 BST tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini diduga disebabkan oleh dosis biochar dan bahan pembenah tanah yang diberikan pada tanah berpasir pada tahun pertama belum mampu meningkatkan kadar air kapasitas lapang karena Sinulingga dan Darmanti (2008) menyatakan dalam

penelitiannya semakin banyak pemberian bahan pembenah tanah pada tanah pasir, maka air semakin banyak ditahan oleh tanah pasir.

Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kadar air titik layu permanen pada tanah berpasir disajikan pada tabel 9. Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak secara konsisten memberikan pengaruh yang nyata. Berbeda sangat nyata antar perlakuan pada 6 BST, 9 BST, dan 10 BST, sedangkan tidak berbeda nyata pada 5 BST, 7 BST, 8 BST, dan 11 BST. Hasil terbaik yang muncul juga tidak secara konsisten ditunjukkan oleh salah satu perlakuan.

Tabel 9. Hasil uji kemanfaatan biochar dan pembenah tanah terhadap kadar air titik layu permanen pF 4,2

Perlakuan	pF 4,2 (%)						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	7,88	9,59 ab	5,37	8,34	10,62 ab	8,70 abc	8,41
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	6,73	9,31 a	6,02	8,75	13,53 d	8,39 abc	8,79
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	7,20	10,26 ab	5,63	7,79	11,74 abcd	7,53 ab	7,87
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	6,94	11,66 ab	5,82	9,12	10,81 abc	8,38 abc	7,57
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	6,77	9,53 ab	6,63	8,61	13,24 cd	9,82 c	7,82
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	8,30	11,84 b	6,28	7,81	11,49 abcd	6,78 a	7,90
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	6,67	11,52 ab	6,49	8,07	13,05 bcd	8,29 abc	7,46
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	7,04	9,98 ab	5,57	7,92	10,66 abc	8,11 abc	8,05
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	8,04	10,01 ab	6,16	10,87	9,50 a	9,07 bc	7,66
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	6,89	10,99 ab	6,28	8,61	9,29 a	7,67 ab	7,73
BNJ	tn	2,426	tn	tn	2,579	1,945	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Pada 6 BST nilai pF 4,2 tertinggi terjadi pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ yang meningkat kadar air titik layu permanen sebesar 23% dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan juga terjadi pada perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹ sebesar 7%, pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ sebesar 22%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ sebesar 20%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ sebesar 4%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ sebesar 4%, dan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ sebesar

15%. Pada perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ dan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹ justru terjadi penurunan yaitu secara berurutan sebesar 3% dan 0,63 % dari kontrol.

Pada 9 BST perlakuan yang menghasilkan nilai pF 4,2 tertinggi adalah biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ yang meningkat kadar air titik layu permanen sebesar 27% dibandingkan dengan kontrol. Nilai pF 4,2 juga meningkat pada perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹ sebesar 11%, pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ sebesar 2%, kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹ sebesar 25%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ sebesar 8%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ sebesar 23%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ sebesar 0,38%, sedangkan pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ dan perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ nilai pF 4,2 terjadi penurunan secara berurutan sebesar 11% dan 13% dari kontrol.

Pada 10 BST perlakuan yang menghasilkan nilai pF 4,2 tertinggi adalah kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹ dengan meningkatkan kadar air titik layu permanen sebesar 13%. Selain itu nilai pF 4,2 juga meningkat sebesar 4% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹. Pada perlakuan lainnya justru menurunkan nilai pF 4,2 dibandingkan dengan kontrol, yaitu sebesar 4% pada perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 13% pada abu Ketel 10 t.ha⁻¹, 4% pada pupuk Kandang 10 t.ha⁻¹, 22% pada biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 5% pada biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹, 7% pada abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, dan 12% pada abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹.

Meningkatnya nilai pF 4,2 akibat pemberian biochar dan bahan pembenah tanah dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Rawls *et al.* (2003) yang menyatakan bahan organik dapat meningkatkan retensi air pada tanah-tanah berpasir, sedangkan nilai-nilai pF 4,2 yang lebih rendah daripada kontrol diduga disebabkan oleh pengaruh lain seperti perilaku hujan dan kegiatan irigasi untuk pemeliharaan tanaman penelitian yang diberikan pada saat-saat tertentu. Seperti yang terjadi pada 10 BST sebagian besar perlakuan menunjukkan nilai pF 4,2 yang lebih rendah daripada kontrol karena pada saat umur 10 BST merupakan fase pemasakan tebu dan tanah dibiarkan kering dengan harapan kandungan gula

dalam batang tebu dapat dipertahankan karena jika air terus diberikan akan memicu proses fisiologis yang menjadikan gula digunakan dalam proses pertumbuhan tebu sehingga dapat menyebabkan menurunnya rendemen. Secara umum perlakuan pemberian bahan pembenah tanah dapat meningkatkan nilai kadar air titik layu permanen jika merujuk pada Dairiah *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa pada umumnya rata-rata nilai kadar air titik layu permanen pada tanah berpasir sebesar 5%.

4.1.4 Kadar Air Tersedia

Kadar air tersedia di dalam tanah memiliki arti seberapa besar jumlah air yang dapat diserap oleh tanaman, karena tidak semua air yang terdapat dalam tanah dapat diserap oleh akar tanaman. Air yang tidak dapat diserap tersebut terikat oleh partikel-partikel tanah. Jumlah air yang tersedia bagi tanaman merupakan selisih antara kadar air kapasitas lapang dengan kadar air titik layu permanen. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kadar air tersedia pada tanah berpasir disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kadar air tersedia

Perlakuan	Kadar air tersedia (%)						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	16,21	7,53	10,57	7,13	4,12 ab	5,53 ab	7,19
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	15,55	8,88	12,81	7,57	3,84 ab	8,19 ab	6,59
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	16,17	7,61	12,55	8,65	5,29 ab	7,58 ab	7,43
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	13,28	5,99	11,37	6,47	4,54 ab	6,61 ab	7,60
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	14,57	9,49	13,12	7,18	3,62 a	5,06 a	6,80
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	15,20	6,79	12,65	8,52	5,64 ab	8,39 b	7,43
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	15,93	6,20	11,59	7,60	3,37 a	7,34 ab	6,91
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	16,05	8,09	12,41	7,79	6,07 ab	7,17 ab	7,38
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	13,62	8,14	12,28	5,20	6,23 ab	6,98 ab	7,45
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	16,43	8,06	12,09	7,06	6,68 b	7,64 ab	6,92
BNJ	tn	tn	tn	tn	3,082	3,184	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak berpengaruh nyata pada 5 BST, 6 BST, 7 BST, 8 BST, dan 11 BST sedangkan perlakuan berbeda sangat nyata antar perlakuan pada 9 BST dan berbeda nyata pada 10 BST. Pada 9 BST perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ justru menurunkan kadar air sebesar 7%, 12% pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹, dan 18% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹. Di sisi lain kadar air tersedia meningkat 28% dengan abu ketel 10 t.ha⁻¹, 10% pada perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹, 37% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 47% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 51% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹, dan presentase kadar air tersedia tertinggi dihasilkan oleh perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ yang meningkat 62% dibandingkan dengan kontrol. Blotong yang sebagian besar terdiri dari serat-serat tebu menjadi sumber unsur-unsur organik yang berperan dalam pembentukan humus sehingga dapat memperbaiki tanah secara fisik termasuk meningkatkan ketersediaan air dalam tanah (Muhsin, 2011).

Pada 10 BST juga terjadi penurunan kadar air tersedia sebesar 8% pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹, sedangkan perlakuan lainnya meningkatkan kadar air tersedia. Biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ meningkatkan kadar air tersedia sebesar 48%, abu ketel 10 t.ha⁻¹ 37%, pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ 20%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 33%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 30%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 26%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ 38%, dan yang memberikan presentase kadar air tersedia paling tinggi adalah perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ sebesar 52% dari kontrol.

Biochar serasah tebu memiliki struktur yang porus (Melo *et al.*, 2013) sehingga dapat memberikan kemampuan pada tanah berpasir dalam menyimpan air dan ketersediaan air dapat ditingkatkan. Pupuk kandang yang merupakan bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air dengan mengikat molekul-molekul air melalui gugus-gugus fungsionalnya dan pori-pori mikronya sebagai dampak dari perbaikan agregasi tanah (Stevenson, 1982). Pupuk kandang pada pertanaman tebu meningkatkan kadar air pada saat kapasitas

lapang dan titik layu permanen sehingga air tersedia juga meningkat (Goenadi, 1993). Atas dasar itu perlakuan biochar dan pupuk kandang dapat memberikan pengaruh terbaik dalam ketersediaan air pada tanah berpasir.

4.1.5 Kemantapan Agregat

Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah bertujuan untuk memperbaiki tanah berpasir yang berstruktur lepas agar terbentuk agregat-agregat tanah dan hasilnya disajikan pada tabel 11. Penetapan kemantapan agregat dilakukan dengan metode “Vilensky” dengan cara menghitung jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah. Semakin banyak tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah berarti semakin mantap agregat tanah tersebut. Ukuran agregat tanah diseragamkan dengan diameter agregat 1 cm dan tebal 1 cm. Volume tetesan 0,07 mm dengan jarak tempuh tetesan 20 cm.

Tabel 11. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kemantapan agregat tanah berpasir

Perlakuan	Rerata jumlah tetesan untuk menghancurkan agregat tanah						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	8,11 a	9,22 a	10,56 a	10,56 a	12,67 a	10,56 a	10,11 a
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	19,11 e	19,78 e	21,33 c	22,33 d	22,11 b	21,56 d	19,22 e
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	15,67 bcd	17,56 cd	18,22 bc	20,22 bcd	20,00 b	19,33 cd	18,33 de
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	17,11 cde	17,11 cd	17,89 bc	17,00 bc	19,00 b	16,33 bc	16,44 bcd
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	13,33 b	14,22 b	13,67 ab	15,89 b	17,78 ab	16,11 bc	14,67 b
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	15,22 bc	14,33 b	15,89 abc	16,22 bc	17,78 ab	15,67 bc	15,11 b
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	15,22 bc	16,56 cd	16,00 abc	19,33 bcd	16,89 ab	15,33 b	15,89 bcd
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	18,00 de	18,44 de	19,56 bc	21,00 bcd	19,67 b	19,33 cd	19,22 e
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	15,67 bcd	16,89 bc	16,22 abc	21,22 cd	19,89 b	17,22 bc	17,56 cde
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	16,89 cde	17,11 cd	18,22 bc	18,89 bcd	20,00 b	18,33 bc	17,78 cde
BNJ	2,475	2,056	7,237	5,194	5,791	3,107	2,362

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam

Hasilnya menunjukkan pengaruh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah dapat memperbaiki agregasi tanah berpasir dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang tanpa pemberian bahan pembenah tanah pada seluruh waktu pengamatan 5-11 BST. Perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha^{-1} memberikan pengaruh terbaik terhadap agregasi tanah berpasir pada seluruh waktu pengamatan. Jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 136% pada 5 BST, 115% pada 6 BST, 102% pada 7 BST, 111% pada 8 BST, 75% pada 9 BST, 104% pada 10 BST, dan 90% pada 11 BST.

Pada perlakuan abu ketel 10 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 93% pada 5 BST, 90% pada 6 BST, 73% pada 7 BST, 91% pada 8 BST, 58% pada 9 BST, 83% pada 10 BST, dan 81% pada 11 BST.

Pada perlakuan pupuk kandang 10 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 111% pada 5 BST, 86% pada 6 BST, 69% pada 7 BST, 61% pada 8 BST, 50% pada 9 BST, 55% pada 10 BST, dan 63% pada 11 BST.

Pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 64% pada 5 BST, 54% pada 6 BST, 29% pada 7 BST, 50% pada 8 BST, 40% pada 9 BST, 53% pada 10 BST, dan 63% pada 11 BST.

Pada perlakuan biochar serasah tebu $5 \text{ t.ha}^{-1} +$ pupuk kandang 5 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 88% pada 5 BST, 55% pada 6 BST, 50% pada 7 BST, 54% pada 8 BST, 40% pada 9 BST, 48% pada 10 BST, dan 49% pada 11 BST.

Pada perlakuan biochar serasah tebu $5 \text{ t.ha}^{-1} +$ kompos serasah tebu 5 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 88% pada 5 BST, 80% pada 6 BST, 52% pada 7 BST, 83% pada 8 BST, 33% pada 9 BST, 45% pada 10 BST, dan 57% pada 11 BST.

Pada perlakuan abu ketel $5 \text{ t.ha}^{-1} +$ pupuk kandang 5 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 122% pada 5BST, 100% pada 6 BST, 85% pada 7 BST, 99% pada 8 BST, 55% pada 9 BST, 83% pada 10 BST, dan 90% pada 11 BST.

Pada perlakuan abu ketel 5 t.ha^{-1} + kompos serasah tebu 5 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 93% pada 5BST, 83% pada 6 BST, 54% pada 7 BST, 101% pada 8 BST, 57% pada 9 BST, 63% pada 10 BST, dan 74% pada 11 BST.

Pada perlakuan abu ketel 5 t.ha^{-1} + blotong 5 t.ha^{-1} , jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah meningkat 108% pada 5BST, 86% pada 6 BST, 73% pada 7 BST, 79% pada 8 BST, 58% pada 9 BST, 74% pada 10 BST, dan 76% pada 11 BST.

Hasil tersebut sejalan dengan Liu *et al.* (2012) dalam hasil penelitiannya menyatakan biochar berpengaruh signifikan dalam pembentukan agregat tanah. Agregat tanah beserta stabilitasnya terbentuk oleh interaksi antara bahan organik, mikroorganisme dan mineral tanah dan dipengaruhi banyak faktor antara lain bahan baku, proses pembuatan, dan sifat dasar tanah. Pemberian biochar yang merupakan karbon aktif yang dapat menjadi sumber energi ke dalam tanah dapat memicu perkembangan mikrobial yang berfungsi sebagai agen perekat sekunder disamping agen utama bahan organik dalam tanah sehingga mampu terbentuk agregat tanah (Lehmann, 2011; Ouyang, 2013). Sifat oksidasi biochar yang lambat menyebabkan pengaruh terhadap agregat tanah dalam waktu yang lama (Verheijen *et al.*, 2009).

Secara umum bahan pembenah tanah lain yang termasuk bahan organik juga memiliki nilai jumlah tetesan untuk menghancurkan agregat tanah yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha^{-1} . Artinya perlakuan lain juga berpengaruh sangat nyata terhadap kemandapan agregat tanah berpasir. Dalam pembentukan agregat, bahan organik tanah berfungsi sebagai perekat (*cementing agent*) sehingga agregat tanah tidak mudah hancur oleh pukulan butiran air (Subagyono *et al.*, 2004).

4.1.6 Ketahanan Penetrasi

Ketahanan penetrasi tanah merupakan gambaran dari seberapa besar kemampuan akar tanaman yang dibutuhkan untuk menembus tanah yang dipengaruhi oleh kemampuan akar tanaman itu sendiri, sifat-sifat fisik tanah dan bahan organik tanah. Pemberian bahan organik berupa biochar dan bahan

pembenah tanah diharapkan mampu untuk memberikan kondisi tanah yang optimum dan tidak mengganggu perakaran tanaman tebu.

Tabel 12. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap ketahanan penetrasi

Perlakuan	Ketahanan penetrasi (MPa)
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	8,77 a
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	10,62 ab
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	11,35 ab
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	13,40 b
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	12,62 ab
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	11,11 ab
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	11,32 ab
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	11,71 ab
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	13,20 ab
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	13,41 b
BNJ	4,509

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Pengukuran ketahanan penetrasi dilakukan pada saat 7 BST dimana tanaman tebu mengalami puncak dari fase pertumbuhannya. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap ketahanan penetrasi (tabel 12) menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan. Nilai ketahanan penetrasi pada semua perlakuan yang dicobakan pada tanah berpasir meningkat dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹ meningkatkan ketahanan penetrasi tanah sebesar 21%, abu ketel 10 t.ha⁻¹ 29%, pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ 53%, kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹ 44%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 27%, biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 29%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 34%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 51%, abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ 53%. Nilai ketahanan penetrasi tertinggi dihasilkan oleh perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ dan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹.

Pada perlakuan kontrol tanpa pembenah tanah menunjukkan nilai ketahanan penetrasi yang lebih rendah daripada perlakuan lainnya yang diberikan bahan pembenah tanah. Padahal semakin rendah nilai ketahanan penetrasi suatu tanah berarti perkembangan akar tanaman semakin tidak terganggu. Di sisi lain, semua nilai ketahanan penetrasi hasil penelitian di atas 2 Mpa yang berarti kondisi tanah membuat perakaran tebu dalam kondisi terganggu jika merujuk pada Taylor *et al.* (1966) yang pada umumnya ketahanan penetrasi tanah berkisar 2 Mpa dan nilai yang melebihi 3 Mpa termasuk dalam kelas akar tanaman mulai terganggu.

Hal ini diduga disebabkan oleh meningkatnya berat isi tanah berpasir sebagai pengaruh dari pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada saat pengukuran 7 BST sehingga tanah berpasir menjadi lebih kompak. Selain itu dapat disebabkan oleh pengaruh yang sangat nyata pemberian biochar dan bahan pembenah terhadap kemantapan agregat tanah berpasir sehingga struktur tanah berpasir yang semula lepas dan mudah ditembus oleh akar tebu menjadi lebih susah karena telah terbentuk agregat-agregat tanah. Partikel-partikel tanah yang lepas dan terdegradasi berpengaruh terhadap kemantapan agregat dan ketahanan penetrasi tanah (Faika, 2002).

4.1.7 Permeabilitas Tanah

Tanah berpasir dalam pemanfaatannya, memiliki faktor pembatas berupa daya menahan airnya yang rendah karena memiliki jumlah pori makro yang berlebih dan permeabilitas tanah sangat cepat sehingga tanah berpasir mudah menjadi kering. Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah diharapkan mampu untuk menurunkan laju pergerakan air dalam tanah sehingga permeabilitas tanah turun dan daya menahan air meningkat. Hasil pengukuran permeabilitas tanah pada 11 BST disajikan pada tabel 13.

Hasil analisis ragam menunjukkan nilai permeabilitas tidak berbeda antar perlakuan. Hal ini diduga disebabkan oleh dosis pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir di tahun pertama belum mampu dalam menurunkan laju permeabilitas pada tanah berpasir karena secara umum pemberian biochar dan bahan pembenah tanah belum mampu meningkatkan berat

isi dan porositas tanah berpasir untuk menjadi lebih kompak sehingga tidak dapat menurunkan permeabilitas (Sudaryono, 2001).

Tabel 13. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap permeabilitas tanah berpasir

Perlakuan	Permeabilitas (cm.jam ⁻¹)	Kelas Permeabilitas
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	77,49	sangat cepat
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	57,98	sangat cepat
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	75,23	sangat cepat
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	41,77	sangat cepat
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	90,26	sangat cepat
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	66,49	sangat cepat
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	59,30	sangat cepat
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	63,43	sangat cepat
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	72,17	sangat cepat
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	42,21	sangat cepat
BNJ	tn	

Keterangan: (tn) tidak nyata

Semua hasil pengukuran permeabilitas yang dilakukan termasuk dalam kelas permeabilitas menurut Umland dan O’Neal (1951) sangat cepat karena memiliki laju permeabilitas lebih dari 25 cm.jam⁻¹.

4.1.8 Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan sifat kimia tanah yang sangat berkaitan dengan tingkat kesuburan tanah. Tingginya KTK tanah menggambarkan semakin banyaknya jumlah kation di dalam tanah yang dapat dipertukarkan. Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK rendah. Pada umumnya, tanah berpasir dengan kandungan bahan organik rendah memiliki KTK tanah yang rendah. Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah sebagai bentuk bahan organik bertujuan untuk meningkatkan KTK tanah berpasir. Biochar memiliki kapasitas tukar kation yang besar karena memiliki luas permukaan yang besar (Ulyett *et al.*, 2014) sehingga

pemberiannya ke dalam tanah dapat merubah KTK tanah secara langsung, namun hasil penelitian menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap peningkatan KTK tanah pada 7 BST (tabel 14).

Tabel 14. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kapasitas tukar kation

Perlakuan	KTK (cmol.kg ⁻¹)
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	14,66
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	15,93
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	13,78
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	16,83
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	16,29
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	13,96
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	17,24
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	15,01
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	15,94
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	16,25
BNJ	tn

Keterangan: (tn) tidak nyata

Hal ini diduga disebabkan oleh perubahan kondisi tanah yang terjadi hanya berada pada sekitar partikel biochar saja dan perubahan kondisi dalam tanah secara massal kemungkinan masih kecil (Luo *et al.*, 2013).

4.1.9 Bahan Organik Tanah

Pemberian bahan pembenah tanah berupa bahan organik pada tanah berpasir bertujuan untuk meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah berpasir yang dapat mempengaruhi kualitas tanah secara fisik, kimia, dan biologi. Biochar yang diproduksi melalui proses yang minimum bertujuan untuk mempertahankan kandungan karbon organik yang dimiliki oleh bahan bakunya sehingga dapat tersimpan dalam tanah untuk waktu yang lama (Sika, 2012). Semakin lama karbon organik tersimpan dalam tanah maka kandungan bahan organik tersedia dalam tanah juga semakin lama. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap kandungan bahan organik tanah (tabel 15) menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Tabel 15. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap bahan organik tanah (BOT) pada 7 BST

Perlakuan	BOT (%)
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	0,79
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	1,13
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	0,73
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	0,86
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	1,05
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	0,86
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	1,39
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	1,08
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	1,19
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	1,17
BNJ	tn

Keterangan: (tn) tidak nyata

Nilai kandungan bahan organik dalam tanah didapatkan dari perkalian 1,73 dengan nilai kandungan karbon organik (C-organik). Hal ini berarti bahwa semakin tinggi karbon organik dalam tanah, semakin tinggi pula kandungan bahan organik dalam tanah. Hasil analisis ragam yang tidak berbeda nyata tersebut diduga disebabkan oleh dosis total bahan pembenah tanah 10 t.ha⁻¹ yang diberikan belum mampu meningkatkan kandungan bahan karbon organik tanah. Pada perlakuan biocharpun belum mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah karena proses dekomposisi biochar berlangsung dalam waktu yang lama (Gaunt dan Lehmann, 2008) sedangkan penelitian dilaksanakan pada tahun pertama pemberian dan pengukuran bahan organik dilaksanakan pada 7 BST.

4.2 Manfaat Biochar dan Bahan Pembenah Tanah terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tebu

4.2.1 Tinggi Tanaman

Pemberian biochar serasah tebu dan bahan pembenah tanah lain pada tanah berpasir bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang dapat memberikan pengaruh pada tinggi tanaman tebu. Hasilnya, pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak memberikan pengaruh yang konsisten pada pengamatan 5-11 BST. Pada 5 BST, 7 BST, 9 BST, 10 BST, 11 BST tidak

berbeda nyata antar perlakuan dan menunjukkan pengaruh sangat nyata pada 6 BST (tabel 16).

Tabel 16. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap tinggi tanaman tebu

Perlakuan	Rerata tinggi tanaman tebu (cm)						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	155,17	187,33 a	204,94	211,78	219,99	229,67	234,00
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	161,17	190,50 ab	205,50	223,11	231,89	235,17	236,39
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	164,17	197,50 ab	203,72	222,28	230,11	242,67	242,89
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	155,33	187,17 a	206,67	227,94	227,94	234,83	236,11
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	156,83	187,83 a	223,56	224,72	241,22	245,17	247,11
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	162,17	193,50 ab	208,83	228,33	232,33	241,11	244,11
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	152,00	181,17 a	201,17	213,67	214,00	231,17	231,17
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	160,33	187,83 a	193,83	204,11	220,17	221,00	223,61
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	159,50	189,50 ab	207,50	228,61	235,18	240,44	243,11
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	166,83	208,17 b	222,43	238,54	238,78	246,06	246,06
BNJ	tn	19,439	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Pada 6 BST, tinggi tanaman meningkat 1,69% pada perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 5,43% pada perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹, 0,27% pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 3,29% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 0,27% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 1,16% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹, dan yang paling baik pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ dengan meningkatkan tinggi tanaman sebesar 11,12%, sedangkan pada perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ tinggi tanaman tebu lebih rendah 0,09% dibandingkan kontrol, dan pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ tinggi tanaman tebu lebih rendah 3,29% dibandingkan kontrol.

Perlakuan abu ketel dan blotong dapat meningkatkan tinggi tanaman sesuai dengan hasil penelitian Kirana (2008) dosis kompos blotong $7,5 \text{ t.ha}^{-1}$ sampai 10 t.ha^{-1} mampu meningkatkan tinggi tanaman tebu pada lahan kering. Blotong dalam penelitiannya, secara umum memang tidak meningkatkan sifat kimia tanah tetapi meningkatkan unsur N sejalan dengan abu ketel yang meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah sehingga memicu pertumbuhan tanaman tebu (Marsono dan Sigit, 2001).

4.2.2 Jumlah Ruas

Pemberian biochar serasah tebu dan bahan pembenah tanah lain pada tanah berpasir bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang dapat memberikan pengaruh pada jumlah ruas tebu. Hasilnya, pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak memberikan pengaruh yang nyata pada 5-11 BST (tabel 17).

Tabel 17. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap jumlah ruas tebu

Perlakuan	Rerata jumlah ruas tebu						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	13,67	13,83	14,17	16,83	17,00	20,33	20,22
Biochar serasah tebu 10 t.ha^{-1}	13,00	13,50	14,17	14,50	16,11	20,00	20,11
Abu Ketel 10 t.ha^{-1}	13,83	14,67	15,00	15,83	16,33	20,50	20,61
Pupuk Kandang 10 t.ha^{-1}	13,50	14,83	15,67	16,00	17,67	19,44	19,50
Kompos serasah tebu 10 t.ha^{-1}	13,50	14,50	14,83	16,67	16,83	20,00	20,17
Biochar serasah tebu 5 t.ha^{-1} + pupuk kandang 5 t.ha^{-1}	13,83	15,17	15,50	15,83	16,50	19,00	19,11
Biochar serasah tebu 5 t.ha^{-1} + kompos serasah tebu 5 t.ha^{-1}	13,17	14,33	14,67	15,67	15,83	19,83	20,22
Abu ketel 5 t.ha^{-1} + pupuk kandang 5 t.ha^{-1}	14,00	15,00	16,00	16,17	16,83	18,94	19,00
Abu ketel 5 t.ha^{-1} + kompos serasah tebu 5 t.ha^{-1}	13,33	15,50	15,50	16,17	16,33	20,11	20,17
Abu ketel 5 t.ha^{-1} + blotong 5 t.ha^{-1}	14,17	14,67	15,00	16,00	16,00	21,06	20,89
BNJ	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Hal ini disebabkan oleh jumlah ruas yang merupakan parameter pertumbuhan dipengaruhi oleh kondisi tanah tempat dimana tanaman tumbuh, sedangkan secara umum semua perlakuan yang dicobakan tidak secara konsisten memperbaiki kondisi tanah menjadi lebih baik daripada pada perlakuan kontrol. Menurut Muhammad dan Khattak (2009) pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada kondisi tanah dan airnya.

4.2.3 Diameter Batang

Pemberian biochar serasah tebu dan bahan pembenah tanah lain pada tanah berpasir bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang dapat memberikan pengaruh pada peningkatan diameter batang tebu. Hasilnya, pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak memberikan pengaruh yang konsisten pada pengamatan 5-11 BST. Pada 5 BST, 6 BST, 7 BST, 8 BST, 11 BST tidak berbeda nyata antar perlakuan dan menunjukkan pengaruh yang nyata pada 9 BST dan 10 BST (tabel 18).

Tabel 18. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap diameter batang tebu

Perlakuan	Rerata diameter batang tebu (mm)						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	22,86	23,60	24,41	24,80	25,07 ab	25,61 ab	26,75
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	23,93	24,61	24,74	25,22	25,55 ab	25,72 ab	26,12
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	24,08	24,36	24,49	24,57	24,72 ab	25,08 ab	25,91
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	24,06	24,35	24,50	24,80	25,06 ab	25,95 ab	26,65
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	23,49	23,77	24,04	24,34	24,56 a	24,71 a	25,48
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	23,43	24,30	24,74	24,77	24,84 ab	25,18 ab	25,57
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	22,76	23,92	24,10	24,23	24,66 ab	24,98 ab	26,08
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	23,25	23,58	23,83	24,17	24,61 a	24,85 a	25,41
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	23,89	25,02	25,40	25,74	26,23 b	26,40 b	27,44
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	23,64	23,79	24,05	25,07	25,28 ab	25,78 ab	26,50
BNJ	tn	tn	tn	tn	1,589	1,517	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Pada 9 BST, diameter batang meningkat 1,91% pada biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 4,63% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ dan menjadi perlakuan terbaik, 0,84% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹. Di sisi lain justru perlakuan lainnya memiliki diameter batang tebu yang lebih kecil dibandingkan kontrol. 1,40% pada perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹, 0,04% pada perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹, 2,03% pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 0,92% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 1,64% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹, 1,83% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹.

Pada 10 BST diameter batang meningkat 0,43% pada perlakuan biochar serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 1,33% pada perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹, 3,08% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ dan menjadi perlakuan terbaik, 0,66% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹. Di sisi lain justru perlakuan lainnya memiliki diameter batang tebu yang lebih kecil dibandingkan kontrol. 2,07% pada perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹, 3,51% pada perlakuan kompos serasah tebu 10 t.ha⁻¹, 1,68% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, 2,46% pada perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹, 2,97% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹, perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ dan menjadi perlakuan terbaik, 0,66% pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹.

Abu ketel bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman karena abu ketel yang merupakan hasil dari pembakaran ampas tebu hanya mengandung mineral anorganik atau unsur-unsur logam dalam bentuk unsur-unsur atau nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Dwiyanti, 2011). Dikombinasikannya abu dengan kompos yang dapat meningkatkan mineralisasi N-organik dalam tanah dan melepaskan N dalam jumlah yang tinggi (Abbasi *et al.*, 2012) sehingga memicu pertumbuhan tanaman termasuk salah satunya tampak pada meningkatnya diameter batang.

4.2.4 Jumlah Anakan

Jumlah anakan merupakan gambaran seberapa besar potensi produksi tebu karena bagian produksi tebu yang diambil gulanya adalah bagian batang. Semakin banyak jumlah anakan tebu, produksi tebu juga semakin besar. Pemberian biochar serasah tebu dan bahan pembenah tanah lain pada tanah berpasir bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang dapat memberikan dampak pada jumlah anakan tebu. Hasilnya, pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak memberikan pengaruh yang nyata pada 5-11 BST (tabel 19).

Tabel 19. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap jumlah anakan tebu

Perlakuan	Rerata jumlah anakan tebu						
	5 BST	6 BST	7 BST	8 BST	9 BST	10 BST	11 BST
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	13,17	12,50	11,50	14,17	16,00	17,00	18,50
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	12,00	11,67	9,83	12,83	16,83	15,50	16,83
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	11,67	11,33	11,00	15,17	17,50	17,33	17,33
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	14,33	13,00	12,00	15,83	16,67	18,00	20,00
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	13,83	13,17	11,50	14,17	18,00	16,00	18,00
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	13,33	12,50	11,00	15,17	17,50	17,17	18,50
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	14,50	12,67	11,67	15,83	17,17	18,17	19,33
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	14,17	13,17	11,50	13,17	17,17	16,50	17,67
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	13,67	12,33	10,67	13,17	17,17	15,83	18,17
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	13,17	12,67	11,17	14,17	16,67	18,00	19,67
BNJ	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: (BST) Bulan Setelah Tanam; (tn) tidak nyata

Hasil tersebut dipengaruhi oleh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah yang secara umum belum mampu memperbaiki sifat tanah yang berhubungan dengan ketersediaan hara dalam tanah yang mempengaruhi pertumbuhan anakan tebu. Unsur hara N sangat berperan dalam pembentukan sel dan pertumbuhan tebu secara horisontal yaitu pembentukan anakan.

4.2.5 Total Panjang Akar dan Berat Kering Akar

Perakaran menjadi salah satu parameter pertumbuhan tanaman tebu untuk melihat respon perakaran tebu sebagai dampak dari pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir. Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah diharapkan dapat memberikan manfaat untuk memperbaiki kondisi perakaran tanaman tebu. Perbaikan yang dimaksud adalah apabila nilai total panjang akar per volume (Lrv) dan berat kering akar per volume (Drv) semakin tinggi, selanjutnya diasumsikan bahwa perlakuan yang dicobakan menunjukkan perbaikan sistem perakaran tebu. Hasil penetapan Lrv dan Drv disajikan pada tabel 20.

Tabel 20. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap total panjang akar dan berat kering akar

Perlakuan	Lrv (cm.cm ⁻³)	Drv (g.cm ⁻³)
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	3,52 ab	0,0076
Biochar serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	2,82 ab	0,0038
Abu Ketel 10 t.ha ⁻¹	2,21 a	0,0035
Pupuk Kandang 10 t.ha ⁻¹	4,60 b	0,0069
Kompos serasah tebu 10 t.ha ⁻¹	2,88 ab	0,0064
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	2,47 ab	0,0043
Biochar serasah tebu 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	3,65 ab	0,0053
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha ⁻¹	2,98 ab	0,0065
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha ⁻¹	3,38 ab	0,0063
Abu ketel 5 t.ha ⁻¹ + blotong 5 t.ha ⁻¹	2,26 a	0,0050
BNJ	2,274	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%; (tn) tidak nyata

Hasil uji BNJ pada taraf 5% menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata terhadap Lrv, namun hasil tersebut berlawanan dengan asumsi. Hanya perlakuan pupuk kandang 10 t.ha⁻¹ dan perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ yang memberikan total panjang akar per volume lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol sebesar 31% dan 4%. Total panjang akar pada perlakuan yang lain lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan biochar 10 t.ha⁻¹ lebih rendah 20%, perlakuan abu ketel 10 t.ha⁻¹ 37%, kompos serasah

tebu 10 t.ha⁻¹ 18%, perlakuan biochar serasah tebu 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 30%, perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + pupuk kandang 5 t.ha⁻¹ 15%, perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + kompos serasah tebu 5 t.ha⁻¹ 4% dan pada perlakuan abu ketel 5 t.ha⁻¹ + blotong 5 t.ha⁻¹ 36%.

Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah justru menghasilkan total panjang akar yang lebih rendah daripada kontrol diduga biochar dan bahan pembenah tanah mempengaruhi struktur tanah menjadi lebih kompak yang kemungkinan juga dapat menghambat pertumbuhan akar (Sika, 2012).

Pemberian biochar dan bahan pembenah tanah tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap Drv. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nurhayati *et al.* (2014) yang menyatakan pemberian berbagai macam jenis bahan pembenah tanah berpengaruh tidak nyata terhadap berat kering akar.

4.2.6 Produksi

Hasil pengukuran berupa berat basah batang produksi dan rendemen potensial tebu disajikan pada tabel 21.

Tabel 21. Hasil uji kemanfaatan biochar dan bahan pembenah tanah terhadap berat basah batang produksi dan rendemen potensial tebu

Perlakuan	Berat basah (kg.pot ⁻¹)	Rendemen Potensial (%)
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	19,55	10,04
Biochar serasah tebu 10 t.ha-1	16,69	10,10
Abu Ketel 10 t.ha-1	17,61	10,24
Pupuk Kandang 10 t.ha-1	20,24	9,81
Kompos serasah tebu 10 t.ha-1	19,05	10,12
Biochar serasah tebu 5 t.ha-1 + pupuk kandang 5 t.ha-1	18,17	9,80
Biochar serasah tebu 5 t.ha-1 + kompos serasah tebu 5 t.ha-1	18,39	10,23
Abu ketel 5 t.ha-1 + pupuk kandang 5 t.ha-1	17,37	9,93
Abu ketel 5 t.ha-1 + kompos serasah tebu 5 t.ha-1	19,73	10,19
Abu ketel 5 t.ha-1 + blotong 5 t.ha-1	19,87	10,00
BNJ	tn	tn

Keterangan: (tn) tidak nyata

Produksi tebu diasumsikan dapat meningkat sebagai dampak pemberian biochar serasah tebu dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir, namun asumsi tersebut tidak terjadi dalam penelitian ini dan tidak terdapat pengaruh yang nyata pada parameter berat basah batang produksi dan rendemen potensial tebu. Tidak adanya pengaruh yang nyata ini diduga disebabkan oleh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah anakan tebu, sedangkan jumlah anakan merupakan gambaran produksi tebu yang akan dihasilkan. Produktivitas tebu per satuan lahan ditentukan oleh kemampuan tebu dalam membentuk anakan (Rokhman *et al.*, 2014). Anakan-anakan yang tumbuh inilah yang menjadi batang-batang produksi untuk digiling.

Rendemen potensial tebu yang juga tidak berbeda nyata antar perlakuan disebabkan oleh parameter-parameter pendukung produksi tebu (sifat fisik dan pertumbuhan tanaman) tidak secara nyata dapat ditingkatkan oleh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah pada tanah berpasir. Selain itu juga tebu yang ditanam sebagai obyek penelitian berasal dari varietas yang sama. Nilai rendemen potensial tebu didapatkan melalui perhitungan %brix nira dalam suatu persamaan, sedangkan menurut Kuspratomo *et al.* (2012) varietas tebu berpengaruh secara nyata terhadap %brix.

4.3 Pembahasan Umum

4.3.1 Manfaat Biochar dan Bahan Pembenah Tanah untuk Perbaikan beberapa Sifat Tanah Berpasir, Pertumbuhan dan Produksi Tebu

Perbaikan sifat tanah berpasir yang dimaksud dalam penelitian ini adalah meningkatnya berat isi dan berat jenis tanah sehingga menurunkan porositas tanah berpasir yang memiliki porositas tanah berlebih, meningkatnya ketersediaan air, kemantapan agregat tanah, kapasitas tukar kation dan bahan organik tanah, serta menurunkan permeabilitas tanah dan ketahanan penetrasi sehingga memperbaiki sistem perakaran, dan meningkatnya pertumbuhan dan produksi tebu.

Secara umum pemberian biochar serasah tebu dan bahan pembenah tanah lain memberikan pengaruh yang nyata pada beberapa parameter sifat tanah dan

pertumbuhan, tetapi tidak secara konsisten mulai dari 5 BST sampai pada 11 BST, kecuali pada parameter kemantapan agregat yang sangat nyata dipengaruhi oleh pemberian biochar dan bahan pembenah tanah. Biochar sebagai bahan organik pembenah tanah dapat memperbaiki struktur tanah dengan menghasilkan agregat-agregat yang berasal dari penataan partikel-partikel melalui flokulasi dan sementasi sehingga menjaga porositas untuk menciptakan stabilitas (Liu *et al.* 2012).

Pengaruh yang nyata lainnya meskipun tidak secara konsisten terjadi pada parameter berat isi, berat jenis, kadar air titik layu permanen pF 4,2, kadar air tersedia, kemantapan agregat, ketahanan penetrasi, Lrv, tinggi tanaman dan diameter batang. Hal ini disebabkan oleh beragamnya kondisi tanah dan tanaman tebu dalam penelitian pada tiap waktu pengamatan yang diduga dipengaruhi oleh faktor-faktor non-teknis diluar penelitian seperti kondisi iklim dan pemeliharaan tanaman. Waktu terjadinya hujan yang tidak menentu dan kegiatan pemeliharaan yang meliputi pengairan dan pencabutan gulma-gulma pada saat-saat tertentu berdampak pada kondisi fisik tanah yang secara simultan memberikan pengaruh terhadap tanaman tebu obyek penelitian.

4.3.2 Hubungan Perbaikan Sifat Fisik Tanah Berpasir dengan Pertumbuhan dan Produksi Tebu

Analisis hubungan sifat fisik tanah dengan pertumbuhan dan produksi tebu dilakukan untuk mengetahui hubungan parameter sifat fisik tanah sebagai dampak pemberian biochar dan bahan pembenah tanah. Apakah memiliki hubungan positif atau negatif terhadap pertumbuhan dan produksi tebu melalui analisis regresi berganda menggunakan variabel independen porositas total tanah (X_1), kadar air tersedia (X_2), kemantapan agregat (X_3), dan permeabilitas (X_4) dengan variabel dependen (Y) berupa parameter pertumbuhan dan produksi tebu. Analisis regresi berganda tersebut dilakukan pada data pengamatan 11 BST.

Pada parameter tinggi tanaman, hubungan antara sifat fisik tanah dengan tinggi tanaman digambarkan dengan model persamaan $Y = 146 + 1,95X_1 + 1,57X_2 - 0,62X_3 + 0,023 X_4$. Tinggi tanaman memiliki hubungan positif dengan porositas total tanah, kadar air tersedia, dan permeabilitas tanah yang jika

mengalami kenaikan maka akan meningkatkan tinggi tanaman, tetapi berhubungan negatif dengan kemantapan agregat yang artinya akan mengurangi tinggi tanaman tebu dengan meningkatnya kemantapan agregat. Nilai $R^2 = 22,8\%$ yang menunjukkan bahwa terdapat faktor lain sebesar 77,2% selain sifat fisik tanah yang mempengaruhi tinggi tanaman.

Hubungan jumlah ruas dengan sifat fisik tanah ditunjukkan oleh model persamaan $Y = 25,1 + 0,020X_1 - 0,787X_2 - 0,017X_3 - 0,0008X_4$. Jumlah ruas batang tebu meningkat dengan meningkatnya porositas total tanah, sedangkan dengan meningkatnya kadar air tersedia, kemantapan agregat, dan permeabilitas menurunkan jumlah ruas batang tebu. Nilai R^2 persamaan tersebut sebesar 21,3% yang artinya terdapat faktor lain sebesar 78,7% selain sifat fisik tanah berpengaruh terhadap jumlah ruas tebu.

Berdasarkan model persamaan $Y = 29,2 - 0,060X_1 + 0,195X_2 - 0,052X_3 - 0,0128X_4$ dapat diketahui bahwa diameter batang tebu meningkat dengan menurunnya porositas total tanah, kemantapan agregat, dan permeabilitas tanah, sedangkan dengan meningkatnya kadar air tersedia akan meningkatkan diameter batang tebu. Nilai R^2 model persamaan sebesar 20,2%. Artinya faktor lain selain sifat fisik yang memberikan pengaruh terhadap diameter batang tebu sebesar 79,8%.

Jumlah anakan tebu berhubungan positif dengan porositas total tanah dan kadar air tersedia. Artinya, meningkatnya porositas total tanah dan kadar air tersedia akan meningkatkan jumlah anakan tebu. Di sisi lain, meningkatnya kemantapan agregat dan permeabilitas tanah akan menurunkan jumlah anakan tebu karena memiliki hubungan negatif yang digambarkan oleh persamaan $Y = 10,8 + 0,227X_1 + 0,869X_2 - 0,303X_3 - 0,0631X_4$ dengan nilai $R^2 = 81,6\%$.

Hubungan sifat fisik tanah dengan total panjang akar (Lrv) digambarkan oleh model persamaan $Y = 2,8 - 0,0002X_1 + 0,500X_2 - 0,122X_3 - 0,0128X_4$. Dari model persamaan tersebut diketahui bahwa Lrv meningkat dengan meningkatnya kadar air tersedia dan menurun dengan meningkatnya porositas total tanah, kemantapan agregat, dan permeabilitas tanah. Hasil analisis tersebut memiliki nilai $R^2 = 30,2\%$ yang menunjukkan bahwa terdapat faktor lain selain sifat fisik tanah sebesar 69,8% mempengaruhi total panjang akar.

Pada berat kering akar (Drv), hubungan dengan sifat fisik tanah digambarkan dengan model persamaan $Y = 0,0188 - 0,000284X_1 + 0,00042X_2 - 0,000203X_3 + 0,000002X_4$. Artinya Drv meningkat dengan menurunnya porositas total tanah dan kemantapan agregat tanah, sedangkan peningkatan kadar air tersedia dan permeabilitas akan meningkatkan Drv. Nilai R^2 model sebesar 47% yang dari model persamaan tersebut berarti terdapat faktor lain selain faktor sifat fisik tanah yang mempengaruhi berat kering akar sebesar 53%.

Produksi tebu yang ditinjau dari berat basah batang produksi tebu memiliki hubungan yang digambarkan dengan model persamaan $Y = 14,4 + 0,091X_1 + 1,03X_2 - 0,302X_3 - 0,0360X_4$ dengan $R^2 = 45\%$. Berat basah batang produksi meningkat dengan meningkatnya porositas total tanah dan kadar air tersedia, tetapi akan turun dengan meningkatnya kemantapan agregat dan permeabilitas tanah karena memiliki hubungan yang negatif. Faktor lain selain sifat fisik tanah sebesar 55% juga mempengaruhi berat basah batang produksi tebu.

Rendemen potensial tebu akan meningkat dengan meningkatnya porositas total tanah, kemantapan agregat, dan permeabilitas tanah. Di sisi lain berhubungan negatif dengan kadar air tersedia. Meningkatnya kadar air tersedia akan menurunkan rendemen tebu. Hubungan tersebut digambarkan melalui model persamaan $Y = 9,88 + 0,0134X_1 - 0,143X_2 + 0,0143X_3 + 0,00522X_4$. Nilai $R^2 = 43,2\%$ menunjukkan bahwa sebesar 56,8% faktor lain selain sifat fisik tanah mempengaruhi rendemen potensial tebu.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis hubungan sifat fisik tanah berpasir sebagai akibat dari pemberian biochar dan bahan pembenah tanah terhadap pertumbuhan dan produksi tebu menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang beragam antara keduanya. Perbaikan sifat fisik tanah berpasir yang terjadi belum berdampak secara langsung pada peningkatan pertumbuhan dan produksi tebu, ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang mayoritas rendah pada model persamaan. Hal ini juga berarti bahwa masih terdapat faktor-faktor lain diluar sifat-sifat fisik tanah dalam penelitian yang ikut memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tebu seperti yang dikemukakan Khan dan Qasim (2008) bahwa disamping memperbaiki sifat fisik tanah, pemberian bahan

pembenah tanah juga meningkatkan kandungan hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berproduksi. Dari dasar itulah, diasumsikan bahwa perbaikan secara kimia oleh bahan pembenah tanah pada tanah berpasir juga memiliki hubungan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tebu.

