

PENGARUH APLIKASI HIDROGEL DAN KOMPOS TERHADAP RETENSI AIR DAN PERTUMBUHAN TANAMAN SORGUM PADA ULTISOL

Effect of Hydrogel and Compost Application on Water Retention and Growth of Sorghum on an Ultisol

Muhamad Slamet Nugroho¹, Sugeng Prijono^{1*}, I Made Suidiana²

¹Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No 1 Malang 65145

²Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor

*penulis korespondensi: spj-fp@ub.ac.id

Abstract

Ultisol has several constraints in the management and utilization for crop production such as erosion, easy leaching, low water retention, low cation exchange capacity and low nutrients. Provision of soil conditioner in the form of hydrogel and compost can increase water retention and improve some properties and nutrient content on the soil to increase plant growth. This study was conducted in a greenhouse of the Biology Research Center LIPI Cibinong, using a factorial randomized complete design with three replications in two experimental units, i.e. soil incubation and soil planted with *Sorghum bicolor* Super 2. Treatments tested consisted of a combination of hydrogel treatments with doses of 0,5 g kg⁻¹, 1 g kg⁻¹, 2 g kg⁻¹, and 4 g kg⁻¹ of hydrogels and compost treatment with doses 0 g kg⁻¹, 30 g kg⁻¹, and 60 g kg⁻¹. The results showed that the combination of hydrogel and compost significantly affected soil characteristics and increased the growth of sorghum compared with control. However, interactions between the treatment of hydrogels and compost were only observed for permanent wilting point, water content of field capacity and pore drainage. In general, the combination of hydrogel and compost treatment with the highest dose of H4K2 (4 g kg⁻¹ hydrogels and compost 60 g kg⁻¹) had the best effect on increasing water retention and sorghum plant growth on Ultisol.

Keywords: *compost, hydrogel, sorghum, Ultisol, water retention*

Pendahuluan

Tanaman sorgum memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai sumber pangan, pakan, bioetanol, dan untuk berbagai keperluan industri lainnya. Tanaman sorgum termasuk tanaman pangan (biji-bijian), tetapi lebih banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak (*livestock fodder*) (Sumantri, 1994). Hampir sebagian besar wilayah Indonesia sesuai untuk penembangan tanaman sorgum sehingga sangat memungkinkan dikembangkannya budidaya sorgum di seluruh Indonesia. Tanaman ini mampu beradaptasi pada daerah yang luas, mulai dari daerah dengan iklim tropis-kering (semi arid) sampai daerah beriklim basah serta masih dapat

menghasilkan pada lahan marginal (Sumarno dan Karsono, 1995). Ultisol merupakan salah satu jenis tanah potensial di Indonesia dengan sebarannya seluas 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan di Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Ciri morfologi yang terpenting pada Ultisol adalah adanya peningkatan fraksi liat dalam jumlah tertentu serta permasalahan umum yang terdapat pada Ultisol adalah kandungan hara yang umumnya rendah karena pencucian basa berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi yang berjalan cepat. Ultisol mudah terdegradasi yang disebabkan adanya akumulasi liat pada horison bawah permukaan, sehingga daya

serap air rendah dan meningkatkan aliran permukaan serta erosi (Suriadikarta *et al.*, 2006). Oleh sebab itu Ultisol sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai lahan pertanian khususnya untuk budidaya tanaman sorgum. Penambahan bahan pembenah tanah dapat menyebabkan perubahan sejumlah sifat fisik tanah antara lain meningkatkan agregasi tanah dan kapasitas pegang air tanah (Glaser *et al.*, 2002). Terdapat beberapa jenis bahan pembenah tanah yang secara umum yaitu bahan organik dan anorganik. Menurut Setyorini *et al.* (2006) pemberian kompos dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah dibutuhkan tanaman. Peran pembenah tanah terhadap sifat fisik tanah diantaranya adalah merangsang granulasi, memperbaiki aerasi tanah, dan meningkatkan kemampuan menahan air (Dariah dan Nurida, 2012). Polimer hidrogel merupakan *soil conditioner* yang berfokus pada pada retensi air dan nutrisi sehingga dapat mengurangi penggunaan air irigasi dan meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh (Poormeidany dan Khakhdaman, 2006). El-Hady dan Abo-Sedera (2006) menambahkan bahwa pemberian hidrogel dan kompos dapat memperbaiki sifat fisika berupa berat isi, porositas, jumlah pori, kadar air kapasitas lapang, kadar air titik layu permanen, air tersedia, sifa kimia, dan biologi tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hidrogel dan kompos terhadap retensi air tanah, peningkatan pertumbuhan tanaman sorgum, serta mengetahui kombinasi dosis terbaik terhadap retensi air dan pertumbuhan tanaman sorgum.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Mei 2017, di rumah kaca Pusat Penelitian Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, Bogor. Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Mikrobiologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan 2 faktor berupa hidrogel yang diproduksi oleh LIPI dan kompos seresah

daun yang diproduksi oleh Kebun Raya Bogor, dengan 3 ulangan pada 2 unit percobaan yaitu tanah inkubasi dan tanah dengan indikator tanaman sorgum Varietas Super 2. Perlakuan terdiri dari kombinasi 5 pemberian dosis hidrogel yakni (1) H0 = kontrol tanpa pemberian hidrogel, (2) H1= pemberian hidrogel dosis 0,5 g kg⁻¹; (3) H2 = pemberian hidrogel dosis 1 g kg⁻¹; (4) H3 = pemberian hidrogel dosis 2 g kg⁻¹; (5) H4 = pemberian hidrogel dosis 4 g kg⁻¹; dan 3 dosis kompos yakni (1) K0 = kontrol tanpa pemberian kompos; (2) K1 = pemberian kompos dosis 30 g kg⁻¹; K2 = pemberian kompos dosis 60 g kg⁻¹.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos

Kode	Perlakuan
H0K0	Tanpa hidrogel + tanpa kompos
H0K1	Tanpa hidrogel + kompos 30 g kg ⁻¹
H0K2	Tanpa hidrogel + kompos 60 g kg ⁻¹
H1K0	Hidrogel 0,5 g kg ⁻¹ + tanpa kompos
H1K1	Hidrogel 0,5 g kg ⁻¹ +kompos 30 g kg ⁻¹
H1K2	Hidrogel 0,5 g kg ⁻¹ +kompos 60 g kg ⁻¹
H2K0	Hidrogel 1 g kg ⁻¹ + tanpa kompos
H2K1	Hidrogel 1 g kg ⁻¹ + kompos 30 g kg ⁻¹
H2K2	Hidrogel 1 g kg ⁻¹ + kompos 60 g kg ⁻¹
H3K0	Hidrogel 2 g kg ⁻¹ + tanpa kompos
H3K1	Hidrogel 2 g kg ⁻¹ + kompos 30 g kg ⁻¹
H3K2	Hidrogel 2 g kg ⁻¹ + kompos 60 g kg ⁻¹
H4K0	Hidrogel 4 g kg ⁻¹ + tanpa kompos
H4K1	Hidrogel 4 g kg ⁻¹ + kompos 30 g kg ⁻¹
H4K2	Hidrogel 4 g kg ⁻¹ + kompos 60 g kg ⁻¹

Tahapan penelitian meliputi persiapan contoh tanah, hidrogel, dan kompos, persiapan media dan penanaman, pemupukan, pemeliharaan, pengamatan pertumbuhan tanaman, pemanenan, dan analisis tanah di laboratorium. Hidrogel dan kompos yang digunakan dicampurkan berdasarkan persentase dengan media tanam berupa 10 kg tanah dalam pot. Pupuk anorganik yang diberikan adalah NPK Mutiara dengan dosis 3,625 g NPK Mutiara pot⁻¹. Variabel yang diamati meliputi beberapa sifat tanah (berat isi, berat jenis, porositas, kadar air kapasitas lapang, kadar air titik layu permanen, air tersedia, pori drainase, dan kandungan C-organik tanah) yang dianalisis setelah percobaan pada tanah inkubasi, serta variabel pertumbuhan tanaman berupa tinggi tanaman dan jumlah daun yang diamati pada 1,

3, 5, 7, 9 MST, berat basah dan kering brangkasan, berat basah dan kering akar, serta panjang akar pada 9 MST. Data yang sifat tanah dan pertumbuhan tanaman dianalisis dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) melalui *software* Genstat *Discovery Edition*. Apabila hasilnya berbeda nyata, dilakukan uji jarak berganda Duncan (DMRT = *Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5%. Selain itu juga dilakukan uji korelasi dan regresi dengan *software* Genstat *Discovery Edition* dan Microsoft Excel 2016 untuk mengetahui hubungan antar parameter yang diamati.

Hasil dan Pembahasan

Berat isi tanah

Berdasarkan uji DMRT 5% menunjukkan bahwa pemberian hidrogel dan kompos memberikan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap nilai berat isi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Akan tetapi tidak ada interaksi antara perlakuan hidrogel dan kompos dalam mempengaruhi berat isi tanah. Nilai rata-rata berat isi yang dipengaruhi perlakuan hidrogel semuanya mengalami penurunan dengan adanya peningkatan dosis hidrogel yang ditambahkan. Nilai berat isi tertinggi pada perlakuan H0 atau tanpa pemberian hidrogel, sedangkan nilai berat isi terendah yang dipengaruhi perlakuan hidrogel adalah $0,91 \text{ g cm}^{-3}$ pada H4 atau dosis 4 g kg^{-1} dengan penurunan sebesar 9,9% dari nilai kontrol. Perlakuan kompos juga memberikan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap berat isi tanah. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi pemberian dosis kompos maka nilai berat isi tanah semakin rendah. Nilai berat isi terendah yang dipengaruhi oleh perlakuan kompos yaitu $0,93 \text{ g cm}^{-3}$ atau mengalami penurunan sebesar 6,1% dari perlakuan kontrol. Berat isi tanah yang memiliki nilai paling tinggi dari kombinasi kedua perlakuan tersebut yakni sebesar $1,06 \text{ g cm}^{-3}$ pada kode perlakuan H0K0 (tanpa hidrogel dan tanpa kompos). Sedangkan nilai berat isi terendah dari semua perlakuan yaitu $0,90 \text{ g cm}^{-3}$ pada perlakuan H4K2 (hidrogel 1 g kg^{-1} dan kompos 60 g kg^{-1}) yang merupakan dosis tertinggi dari perlakuan hidrogel dan kompos yang diberikan. Hal tersebut berarti perlakuan

H4K2 dapat menurunkan berat isi sebesar 15,1% dari berat isi tanpa perlakuan hidrogel dan kompos. Hal tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan El-Hady dan Abo-Sedera (2006) yang menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos dengan dosis tertinggi (hidrogel 2 g lubang^{-1} dan kompos 2 kg lubang^{-1}) dapat menurunkan berat isi tanah dari $1,61 \text{ g cm}^{-3}$ menjadi $1,48 \text{ g cm}^{-3}$ atau menurun sebesar 7,75%. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Utomo dan Susanti (1986) menunjukkan bahwa pemberian pembenah tanah mampu menurunkan berat isi pada Ultisol.

Porositas

Berdasarkan hasil uji statistik, pemberian hidrogel dan kompos berpengaruh sangat berbeda nyata terhadap porositas tanah. Akan tetapi, perlakuan hidrogel dan kompos tidak saling terjadi interaksi dalam mempengaruhi porositas (Tabel 2). Porositas pada perlakuan H0 atau tanpa hidrogel sebesar 57,45% sedangkan pada perlakuan H1 (hidrogel $0,5 \text{ g kg}^{-1}$) memiliki nilai 58,9%, pada perlakuan H2 (hidrogel 1 g kg^{-1}) sebesar 59,4%, pada perlakuan H3 (hidrogel 2 g kg^{-1}) sebesar 59,72%, sedangkan pada perlakuan H4 (hidrogel 4 g kg^{-1}) memiliki nilai porositas tertinggi yaitu sebesar 61,15%. Tanah dengan perlakuan K0 (tanpa kompos) memiliki porositas terendah dengan nilai sebesar 58,18%, perlakuan K1 (kompos 30 g kg^{-1}) memiliki porositas sebesar 59,51%, sedangkan perlakuan K2 (kompos 60 g kg^{-1}) yang merupakan dosis kompos tertinggi memiliki porositas tertinggi sebesar 60,25%. Peningkatan porositas tanah berkaitan erat dengan bahan organik yang ditambahkan karena bahan organik mampu memacu terbentuknya agregat-agregat tanah dan menurunkan berat isi tanah.

Kadar air kapasitas lapangan

Hasil analisis ragam menunjukkan persentase kadar air kapasitas lapang dampak dari penambahan hidrogel dan kompos sangat berbeda nyata. Interaksi dari perlakuan hidrogel dengan perlakuan kompos juga sangat berbeda nyata (Tabel 2). Perlakuan kontrol H0K0 (tanpa hidrogel dan tanpa kompos) memiliki persentase kadar air kapasitas lapang

paling rendah dengan nilai 21,71%. Sedangkan perlakuan H4K2 (hidrogel 4 g kg⁻¹ dan kompos 60 g kg⁻¹) atau setara dengan dosis hidrogel 4 g kg⁻¹ dan kompos 60 g kg⁻¹ memiliki kadar air kapasitas lapang tertinggi dengan nilai 22,93% atau mengalami peningkatan kadar air sebesar 5,66% dibandingkan dengan kontrol (H0K0). Perlakuan hidrogel 8 g kg⁻¹ yang diberikan Abedi-Koupai *et al.* (2008) meningkatkan kadar air pada kapasitas lapang sebesar 1,9-4,0 kali lipat pada tiga kelas tekstur dibandingkan dengan kontrol.

Kadar air titik layu permanen

Hasil uji statistik menunjukkan kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos berpengaruh nyata dan mampu meningkatkan kadar air titik layu permanen pada tanah dibandingkan dengan kontrol (tanpa hidrogel dan tanpa kompos) (Tabel 2). Perlakuan H0K0 atau kontrol memiliki persentase kadar air terendah sebesar 8,04%. Sedangkan persentase kadar air titik layu permanen tertinggi pada perlakuan H3K0 (hidrogel 2 g kg⁻¹ dan tanpa kompos) yakni sebesar 9,12%. Hal tersebut berarti perlakuan hidrogel 1 g kg⁻¹ mampu meningkatkan kadar air titik layu permanen sebesar 13,49%. Akan tetapi nilai tersebut tidak terpaut jauh dengan nilai dari perlakuan H4K0 yang memiliki kadar air titik layu permanen 9,09% atau mengalami peningkatan 13,14%. Hasil tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Abedi-Koupai *et al.* (2008) bahwa penambahan hidrogel 8 g kg⁻¹ dapat meningkatkan kadar air titik layu permanen sebesar 1,9-4,8 kali lipat pada tiga kelas tekstur dibandingkan dengan kontrol. Meningkatnya kadar air titik layu permanen akibat pemberian 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 pada tanah-tanah bertekstur halus tidak signifikan.

Air tersedia

Berdasarkan hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan hidrogel dan kompos memberikan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap kadar air tersedia pada Ultisol (Tabel 2), akan tetapi pengaruhnya bersifat tunggal atau tidak saling berinteraksi antar kedua faktor

yang ada. Perlakuan H0 (tanpa hidrogel) memiliki kadar air tersedia terendah yaitu sebesar 13,71%, sedangkan perlakuan H4 (hidrogel 4 g kg⁻¹) memiliki kadar air tersedia tertinggi sebesar 13,85%. Perlakuan K0 (tanpa kompos) memiliki kadar air tersedia sebesar 13,76%, perlakuan K1 (kompos 30 g kg⁻¹) memiliki kadar air tersedia sebesar 13,81%, perlakuan K2 (kompos 60 g kg⁻¹) memiliki kadar air sebesar 13,83% atau meningkat sebesar 0,5% dari perlakuan tanpa kompos. Kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos mampu meningkatkan 0,5-1% air tersedia. Hasil ini selaras dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Abedi-Koupai *et al.* (2008) bahwa pemberian hidrogel 2, 4, 6, dan 8 g kg⁻¹ dapat meningkatkan kadar air tersedia pada tiga tekstur tanah yang berbeda. Ditambahkan Purwono (2011) bahan organik seperti kompos memiliki molekul yang kecil seperti liat tetapi memiliki kemampuan mengikat air dan melepaskan air lebih baik.

Pori drainase

Perlakuan kontrol dengan kode H0K0 memiliki jumlah pori drainase cepat tertinggi 12,71% sedangkan kode H4K0 (hidrogel 4 g kg⁻¹ dan tanpa kompos) memiliki jumlah pori drainase cepat terendah 10,89% dilanjutkan oleh kode perlakuan H4K1 (hidrogel 4 g kg⁻¹ dan kompos 30 g kg⁻¹) dan H4K2 (hidrogel 4 g kg⁻¹ dan kompos 60 g kg⁻¹) dimana keduanya memiliki pori drainase cepat sebesar 11,03%. Hal tersebut berarti perlakuan hidrogel 4 g kg⁻¹ tanpa penambahan kompos menurunkan pori drainase cepat sebesar 14,30%, sedangkan kombinasi perlakuan hidrogel 4 g kg⁻¹ dengan kompos 30 g kg⁻¹ maupun dengan kompos 60 g kg⁻¹ menurunkan pori drainase cepat sekitar 13,1%. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh El-Hady dan Abo-Sedera (2006) bahwa pemberian kombinasi hidrogel 2 g lubang⁻¹ dan kompos 2 kg lubang⁻¹ akan menurunkan pori makro tanah dari 29,32% menjadi 23,42%. Sedangkan pada pori drainase lambat, semua perlakuan tergolong ke dalam kriteria tinggi (>15% volume) kecuali pada perlakuan kontrol atau tanpa hidrogel dan tanpa kompos yang memiliki pori drainase cepat sebesar 13,66 atau tergolong sedang (10-15% volume) (Lampiran 12). Perlakuan dengan kode H2K1 (hidrogel 1 g kg⁻¹ dan kompos 30

g kg⁻¹) memiliki jumlah pori drainase lambat sebesar 16,44% dan kode perlakuan H4K2 (hidrogel 4 g kg⁻¹ dan kompos 60 g kg⁻¹) memiliki jumlah pori drainase lambat sebesar 17,2%. Hal ini berarti peningkatan dosis hidrogel maupun dosis kompos dapat meningkatkan jumlah pori drainase penahan air sebesar 11,5-26,5%. Selaras dengan hasil penelitian dari El-Hady dan Abo-Sedera (2006) bahwa peningkatan dosis hidrogel dan dosis kompos yang diberikan akan meningkatkan jumlah pori mikro pada tanah. Jumlah pori drainase lambat yang tinggi akan berpengaruh baik untuk pertumbuhan tanaman karena pada pori ini air masih bisa ditahan dan disediakan untuk tanaman

Kandungan C-organik tanah

Pemberian hidrogel dan kompos memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan C-organik tanah (Tabel 2), akan tetapi kedua perlakuan tersebut tidak saling berinteraksi. Hidrogel tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan C-organik tanah dan tidak selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh El-Hady dan Abo-Sedera (2006) yang memperlihatkan adanya peningkatan kandungan C-organik tanah akibat

peningkatan dosis hidrogel yang diberikan walaupun tidak signifikan. Ketidakselarasan ini diduga karena bahan dan kandungan unsur pada hidrogel yang digunakan pada penelitian ini berbeda, sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan C-organik tanah. Distantina *et al.* (2008) menyatakan bahwa polimer sintetik seperti *polyhydroxyethyl methacrylate (pHEMA)*, *polyacrylamide*, dan polivinil alkohol berasal dari turunan minyak bumi sehingga hidrogel yang dihasilkan cenderung sulit terurai di alam. Sedangkan kompos yang digunakan berasal dari hasil dekomposisi tanaman sehingga telah terjadi fase penguraian/perombakan oleh mikro-organisme (Suriadikarta *et al.*, 2005) sehingga sulit terjadi interaksi antara hidrogel dan kompos. Sedangkan perlakuan kompos memberikan pengaruh sangat berbeda nyata sehingga dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah. Perlakuan kontrol atau tanpa kompos masih tergolong dalam kriteria rendah dengan kandungan C-organik sebesar 1,82%. Sedangkan perlakuan penambahan kompos 30 g kg⁻¹ dan kompos 60 g kg⁻¹ masing-masing memiliki kandungan C-organik sebesar 2,33% dan 2,75%.

Tabel 2. Pengaruh hidrogel dan kompos terhadap beberapa sifat tanah

Kode Perla- kuan	Berat Isi (g cm ⁻³)	Porositas (%)	KA Kapasitas Lapang (%)	KA Titik Layu Permane n (%)	Air Tersedia (%)	C- Organik (%)	Pori		Draina se (%)
							Cepat	Lambat	
H ₀ K ₀	1,06 e	55,9 a	21,71 a	8,04 a	13,67 a	1,78 a	12,7 e	13,7 a	
H ₀ K ₁	0,99 bcde	58,0 abc	22,13 b	8,40 b	13,74 abc	2,16 b	11,6 bc	15,4 b	
H ₀ K ₂	0,98 abcd	58,5 abc	22,44 c	8,70 c	13,74 abc	2,75 d	12,4 de	15,3 b	
H ₁ K ₀	1,01 de	57,6 ab	22,56 cd	8,73 cd	13,83 cd	1,83 a	11,9 cd	15,2 b	
H ₁ K ₁	0,93 abc	59,8 bc	22,66 def	8,80 cde	13,85 cd	2,30 bc	12,3 de	15,3 b	
H ₁ K ₂	0,94 abcd	60,8 bc	22,62 de	8,78 cd	13,84 cd	2,76 d	12,4 de	15,4 b	
H ₂ K ₀	1,01 cde	58,2 abc	22,62 de	8,81 cde	13,81 ac	1,81 a	11,5 bc	16,0 c	
H ₂ K ₁	0,96 abcd	58,1 abc	22,66 def	8,85 cdef	13,81 bcd	2,44 c	11,1 ab	16,4 d	
H ₂ K ₂	0,93 abc	60,4 bc	22,74 efg	8,90 defg	13,84 cd	2,75 d	11,4 abc	16,5 d	
H ₃ K ₀	0,96 abcd	58,5 abc	22,82 gh	9,12 h	13,70 ab	1,83 a	11,4 abc	16,4 d	
H ₃ K ₁	0,94 abcd	60,4 bc	22,79 fgh	9,03 gh	13,76 bcd	2,34 bc	11,5 abc	16,4 d	
H ₃ K ₂	0,93 ab	60,3 bc	22,79 fgh	8,95 efg	13,84 cd	2,73 d	11,1 ab	16,8 e	
H ₄ K ₀	0,92 ab	60,7 bc	22,89 h	9,09 h	13,80 bcd	1,85 a	10,9 a	16,9 e	
H ₄ K ₁	0,91 a	61,4 c	22,88 h	9,00 fgh	13,88 d	2,39 bc	11,0 b	17,1 ef	
H ₄ K ₂	0,90 a	61,4 c	22,93 h	9,06 gh	13,88 d	2,76 d	11,1 ab	17,2 f	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Tinggi tanaman

Hasil uji statistik menunjukkan kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos memberikan pengaruh nyata pada tinggi tanaman sorgum pada 9 MST (Tabel 3). Pada pengaruh tunggal oleh hidrogel, perlakuan H4 memiliki tinggi tanaman tertinggi dengan 170,1 cm dan oleh kompos perlakuan K2 memiliki tinggi tanaman tertinggi yakni 163,4 cm. Sedangkan pada kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos H4K2 memiliki tinggi tanaman tertinggi yakni 177,3 cm tetapi hanya terpaut sedikit dengan H4K1 yakni 177,0 cm. Hal tersebut berarti penambahan hidrogel dan kompos dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 11,1-34,2% daripada kontrol. Hal tersebut dikarenakan adanya penambahan hidrogel dan kompos mampu meningkatkan bahan organik, unsur hara, dan air tersedia El-Hady dan Abo-Sedera (2006) sehingga zona perakaran membaik dan air mampu diserap oleh tanaman.

Jumlah daun

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian hidrogel dan kompos berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada tanaman sorgum pada umur 9 minggu setelah tanam. Peningkatan jumlah daun tersebut diduga karena bahan pembenah tanah berupa hidrogel maupun kompos mampu menyediakan atau mengoptimalkan unsur nitrogen yang ada dalam tanah maupun melalui pupuk NPK mutiara yang diberikan sehingga mampu diserap oleh tanaman dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Muhammad dan Khattak (2009) juga menambahkan bahwa kualitas pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada kondisi tanah sebagai media tumbuh dan airnya.

Berat brangkasan

Pada penelitian ini diharapkan adanya peningkatan berat biomassa pada tanaman sorgum. Biomassa tanaman sorgum dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan baik komersial seperti bahan baku bioetanol dan gula maupun non komersial seperti pakan ternak. Berdasarkan dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian hidrogel dan kompos memberikan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap berat basah maupun berat

kering brangkasan (Tabel 3). Pada berat basah brangkasan, kombinasi perlakuan dengan kode H4K2 dan H3K2 memiliki berat tertinggi yakni 175,77 g dan 175,78 g. Sedangkan H0K0 memiliki berat basah brangkasan terendah yakni 96,9 g. Hal ini berarti kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos meningkatkan berat basah brangkasan sebesar 8,5-81%. Hal yang sama juga terjadi pada berat kering brangkasan, kode perlakuan H4K2 memiliki berat tertinggi dan diikuti H3K2 yang masing-masing sebesar 22,5 g dan 22,1 g. Secara umum pemberian hidrogel dan kompos mampu meningkatkan berat kering brangkasan sebesar 3-78% dari kontrol. Hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian dari Barakat *et al.* (2015) yang menunjukkan bahwa penggunaan 50 g, 100 g, 150 g tanaman⁻¹ meningkatkan biomassa tanaman pisang serta penelitian dari Kumar (2011) bahwa penambahan hidrogel mampu meningkatkan berat kering biomassa jagung.

Berat akar

Perlakuan hidrogel dan kompos memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat basah maupun berat kering akar (Tabel 3). Antara perlakuan hidrogel dan kompos tidak terjadi interaksi dalam mempengaruhi berat akar, akan tetapi secara umum, pemberian hidrogel dan kompos dapat meningkatkan berat akar tanaman sorgum. Perlakuan dengan kode H3K2 memiliki berat basah akar tertinggi dengan 29,1 g. Akan tetapi tidak berbeda nyata dengan kode perlakuan H4K2 dan H4K1 yang memiliki berat basah akar yakni 28,8 g dan 27,8 g. Sedangkan pada berat kering akar, kode perlakuan H2K2 memiliki berat kering akar tertinggi yakni 8,0 tetapi tidak terpaut jauh dengan kode perlakuan H1K2 yakni 7,9 g. Akan tetapi secara keseluruhan, kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos mampu meningkatkan berat basah akar sebesar 59-247% dan meningkatkan berat kering akar sebesar 51-198% daripada perlakuan kontrol. Hasil ini selaras dengan penelitian dari Prasetyo *et al.* (2014) bahwa penggunaan pupuk urea dan pupuk kandang memberikan peningkatan total panjang akar dan berat kering akar dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan oleh secara umum bahan pembenah tanah berupa kompos dan hidrogel

dapat memperbaiki zona perakaran dan mampu meningkatkan air tersedia air (Abedi-Koupai *et al.*, 2008) serta meningkatkan penyerapan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman, tak terkecuali pertumbuhan akar.

Panjang akar

Kombinasi perlakuan hidrogel dan kompos membeikan pengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman sorgum, akan tetapi tidak terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Walaupun demikian, secara keseluruhan, kombinasi perlakuan dengan kode H4K1 dan H4K2

memiliki panjang akar tertinggi dengan masing-masing yakni 91,3 cm dan 89,3 cm atau masing-masing meningkatkan panjang akar sebesar 73,4% dan 69,6% dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dikarenakan pemberian hidrogel dan kompos mampu memperbaiki ketersediaan air (Abedi-Koupai *et al.*, 2008) kelembapan, pH, KTK, mikroorganisme di dalam tanah (El-Hady dan Abo-Sedera, 2006). Karena kondisi yang baik di dalam tanah sebagai media perakaran akan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tabel 3. Pengaruh Hidogel dan Kompos terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorgum

Kode Perla- kuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun	Berat Brangkasan (g)		BeratAkar (g)		Panjang Akar (cm)
			Basah	Kering	Basah	Kering	
H ₀ K ₀	132,2 a	9 ab	96,9 a	12,6 a	8,4 a	2,7 a	52,7 a
H ₀ K ₁	151,8 b	9 abc	121,4 abc	14,9 ab	13,4 ab	4,1 ab	54,7 ab
H ₀ K ₂	152,2 b	9 abc	118,6 abc	16,5 abcd	16,4 abcd	5,4 abcd	60,3 abc
H ₁ K ₀	146,8 a	9 abc	105,2 ab	13,0 a	14,3 abc	5,2 abcd	61,3 abc
H ₁ K ₁	161,8 bc	9 a	152,4 bcd	20,5 bcd	15,4 abc	4,9 abc	68,7 abcd
H ₁ K ₂	162,0 bc	10 cd	129,1 abcd	17,0 abcd	23,3 cde	7,9 d	64,7 abc
H ₂ K ₀	152,3 b	9 ab	123,8 abcd	16,1 abc	15,4 abc	5,3 abcd	61,1 abc
H ₂ K ₁	154,2 b	9 abc	126,7 abcd	15,9 abc	18,4 bcd	5,0 abcd	72,0 bcd
H ₂ K ₂	162,8 bc	10 d	152,6 bcd	18,7 abcd	25,4 de	8,0 d	68,3 bcd
H ₃ K ₀	157,3 b	9 abc	121,1 abc	17,5 abcd	20,3 bcde	5,9 bcd	76,0 cde
H ₃ K ₁	159,5 bc	10 bcd	143,4 abcd	17,6 abcd	24,9 de	5,8 bcd	71,0 bcd
H ₃ K ₂	162,5 bc	10 bcd	175,8 d	22,1 cd	29,1 e	7,3 cd	85,3 de
H ₄ K ₀	155,8 b	9 abcd	158,5 cd	17,3 abcd	22,6 bcde	5,3 abcd	84,0 de
H ₄ K ₁	177,0 c	10 bcd	142,5 abcd	20,2 bcd	27,8 e	6,6 bcd	91,3 e
H ₄ K ₂	177,3 c	11 d	175,8 d	22,5 d	28,8 e	6,5 bcd	89,4 e

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%

Pembahasan Umum

Bahan pembenah tanah berupa hidrogel dan kompos memang mempunyai karakteristik yang berbeda. Hal tersebut juga berlaku dalam mempengaruhi sifat fisik tanah dan kandungan C-organik dalam tanah. Sehingga, pada beberapa parameter pengamatan antara kedua perlakuan tidak terjadi interaksi dalam mempengaruhi parameter yang diamati. Dijelaskan oleh Distantina *et al.* (2008) bahwa polimer sintetik seperti *polyhidrixyethyl methacrylate (pHEMA)*, *polyacrylamide*, dan polivinil alkohol yang merupakan bahan baku pembuatan hidrogel berasal dari turunan minyak bumi sehingga hidrogel yang dihasilkan cenderung sulit terurai. Sedangkan kompos

yang digunakan berasal dari hasil dekomposisi tanaman sehingga telah terjadi fase penguraian/perombakan oleh mikroorganisme (Suriadikarta *et al.*, 2005). Oleh sebab itu karakteristik hidrogel dan kompos berbeda dalam mempengaruhi parameter sehingga sulit terjadi interaksi antara hidrogel dan kompos.

Hubungan antar sifat tanah

Terdapat hubungan antar beberapa variabel pengamatan yang ada, baik hubungan antar sifat tanah maupun dengan variabel pertumbuhan tanaman. Berdasarkan uji korelasi yang telah dilakukan, berat isi memiliki nilai korelasi negatif terhadap porositas, kadar air kapasitas lapang, kadar air tersedia, kadar air

titik layu permanen secara berturut-turut yakni -0,894; -0,602; -0,605; dan -0,228. Artinya berat isi memiliki nilai keeratan sangat kuat dengan porositas, nilai keeratan sedang dengan kadar air kapasitas lapang dan kadar air titik layu permanen, serta nilai keeratan lemah dengan air tersedia. Selain itu peran kandungan C-organik dalam tanah juga menentukan besar kecilnya nilai berat isi tanah (Hardjowigeno, 1993). Selanjutnya diuji regresi linear untuk menghasilkan koefisien determinasi (R^2). Berat isi memiliki nilai keeratan sangat kuat dengan porositas, nilai keeratan sedang dengan kadar air kapasitas lapang dan kadar air titik layu permanen, serta nilai keeratan lemah dengan air tersedia. Penurunan berat isi tanah akan meningkatkan porositas, kadar air tersedia, kadar air titik layu permanen, dan kadar air kapasitas lapang (Tabel 4). Kadar air kapasitas lapang dapat mencirikan kemampuan tanah dalam mempertahankan air atau meretensi air. Pada kondisi ini tanaman akan tumbuh secara optimal. Kadar air kapasitas lapang dipengaruhi oleh susunan dan distribusi ukuran partikel, bahan organik, distribusi pori yang berguna (berdiameter lebih dari 0,2 mikron). Nilai keeratan antara kadar air kapasitas lapang (retensi air) dengan porositas dan pori drainase lambat masing-masing yakni sebesar 0,55 dan 0,55 bernilai positif dan tergolong kuat. Sedangkan nilai keeratan antara kadar air kapasitas lapang dan C-organik yakni 0,44 bernilai positif dan tergolong sedang. Berdasarkan uji regresi linear, dapat diketahui bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) antara porositas dengan kadar air kapasitas lapang adalah sebesar 0,6455, sedangkan pori drainase lambat dengan kadar air kapasitas lapang sebesar 0,7962. Artinya, apabila terjadi peningkatan porositas sebesar 1% maka akan meningkatkan kadar air kapasitas lapang sebesar 0,16% dan jika terjadi peningkatan pori drainase lambat sebesar 1% juga akan meningkatkan kadar air kapasitas lapang sebesar 0,30%. Pola interaksi antar sifat tanah ini selaras dengan hasil penelitian El-Hady dan Abo-Sedera (2006) yang menunjukkan dengan pemberian kombinasi dosis hidrogel dan kompos dapat meningkatkan C-organik tanah dan menurunkan berat isi tanah. Kemudian diiringi dengan adanya peningkatan nilai porositas secara teratur, peningkatan kadar air

kapasitas lapang, peningkatan kadar air titik layu permanen, peningkatan air tersedia, peningkatan pori drainase lambat (pori meso dan mikro), serta penurunan pori drainase cepat (pori makro) dalam tanah.

Hubungan Sifat Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman sorgum tentunya sangat dipengaruhi oleh kondisi media tumbuhnya berupa tanah yang telah diberi perlakuan kombinasi hidrogel dan kompos. Analisis hubungan sifat tanah dengan pertumbuhan tanaman dilakukan untuk mengetahui hubungan parameter sifat tanah sebagai dampak pemberian hidrogel dan kompos apakah memiliki hubungan positif atau negatif serta nilai keeratannya terhadap pertumbuhan tanaman sorgum. Berdasarkan uji regresi linear, dapat diketahui bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) antara berat isi dengan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah brangkasan, berat basah akar, dan panjang akar secara berurutan yakni sebesar 0,828; 0,600; 0,745; 0,763; dan 0,689 (Tabel 4). Nilai-nilai tersebut berarti apabila terjadi penurunan berat isi sebesar $0,1 \text{ g cm}^{-1}$ maka akan terjadi peningkatan 22,8 cm pada tinggi tanaman, peningkatan 1 daun pada jumlah daun, peningkatan 46,1 g pada berat basah brangkasan, peningkatan 12,5 g pada berat basah akar, dan peningkatan 23 cm pada panjang akar. Hasil uji korelasi antara porositas dengan parameter pertumbuhan tanaman semuanya memiliki nilai positif artinya peningkatan porositas diiringi dengan peningkatan pertumbuhan tanaman. Nilai korelasi antara porositas dengan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah brangkasan, berat basah akar, dan panjang akar secara berurutan yakni sebesar 0,568; 0,523; 0,405; 0,512; dan 0,495 sehingga nilai keeratannya tergolong sedang kecuali hubungan antara porositas dengan tinggi tanaman yang tergolong kuat. Berdasarkan uji regresi linear, dapat diketahui bahwa nilai koefisien determinasi (R^2), apabila terjadi peningkatan 1% porositas maka akan terjadi peningkatan 6,23 cm pada tinggi tanaman, peningkatan 0,3 daun pada jumlah daun, peningkatan 12,2 g pada berat basah brangkasan, peningkatan 3,53 g pada berat basah akar, dan peningkatan 5,88

cm pada panjang akar. Kandungan C-organik berpengaruh secara tidak konsisten terhadap peningkatan retensi air dan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan uji korelasi antara C-organik dengan parameter pertumbuhan tanaman menunjukkan nilai korelasi dari C-organik dengan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah brangkasan, berat basah akar dan panjang akar secara berurutan yakni sebesar 0,507; 0,500; 0,342; 0, 507; dan 0,259 serta uji regresi bernilai positif yang berarti dengan meningkatnya kandungan C-organik akan terjadi peningkatan pertumbuhan tanaman. Terdapat korelasi positif antara air tersedia dengan parameter pertumbuhan tanaman yakni tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah brangkasan, berat basah akar, dan panjang akar yang secara berurutan masing-masing sebesar 0,338; 0,293; 0,352; 0,291; dan 0,378 yang berarti antara air tersedia dengan parameter pertumbuhan tanaman memiliki hubungan keeratan sedang. Hasil uji regresi antara air tersedia dengan tinggi tanaman dan berat basah brangkasan yakni sebesar 0,552 dan 0,409. Sedangkan antara air tersedia dengan jumlah

daun, berat basah akar, dan panjang akar masing-masing sebesar 0,339; 0,365; dan 0,319. Hal tersebut berarti setiap terjadi peningkatan air tersedia maka akan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Peningkatan retensi air memiliki pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman karena dengan meningkatnya porositas, kandungan C-organik, air tersedia, dan pori-pori bermanfaat dalam tanah maka penyerapan air oleh akar tanaman akan semakin optimal untuk dimanfaatkan tanaman dalam proses metabolismenya. Ditambahkan oleh El-Hady dan Abo-Sedera (2006) bahwa pemberian hidrogel dan kompos selain dapat meningkatkan air tersedia, kadar air kapasitas lapang, kadar air titik layu permanen, dan porositas dalam tanah sekaligus diiringi dengan peningkatan kandungan hara seperti kapasitas tukar kation, N total, N tersedia P, K, C-organik, serta aktivitas enzim yang ada. Sehingga pemberian hidrogel dan kompos mampu menciptakan kondisi yang optimal bagi sistem perakaran dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Hubungan antar beberapa parameter penelitian

Parameter	Persamaan	Nilai Regresi (R ²)
Berat Isi – Porositas	$y = -34,482x + 92,357$	0,8979
Berat Isi – KA Kapasitas Lapang	$y = -6,1422x + 28,5$	0,7089
Berat Isi – KA TLP	$y = -5,1755x + 13,776$	0,6441
Berat Isi – Air Tersedia	$y = -0,9667x + 14,724$	0,4548
Porositas – KA Kapasitas Lapang	$y = 0,1611x + 13,06$	0,6455
Pori Drainase Lambat – KA KL	$y = 0,2984x + 17,838$	0,7962
Porositas – Tinggi Tanaman	$y = 6,2436x - 212,68$	0,8207
C-Organik – Jumlah Daun	$y = 1,1408x + 6,7074$	0,5685
Air Tersedia – Tinggi Tanaman	$y = 129,95x - 1635,3$	0,5517
Air Tersedia – Berat Brangkasan	$y = 238,21x - 3150,6$	0,4090

Kesimpulan

Aplikasi hidrogel dan kompos memberikan pengaruh nyata pada peningkatan retensi air pada Ultisol. Peningkatan retensi air ditandai dengan adanya peningkatan porositas sebesar 3-9,8%, meningkatkan kadar air kapasitas lapang 2-5,6%, meningkatkan kadar air titik layu permanen 4,5-13,5%, peningkatan air tersedia 0,5-1%, serta peningkatan pori drainase penahan air 11,5-26,5% dibandingkan tanpa perlakuan hidrogel dan kompos. Namun

belum terjadi interaksi yang nyata antara hidrogel dan kompos terhadap retensi air. Aplikasi hidrogel dan kompos memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman yakni peningkatan pada tinggi tanaman sebesar 11,1-34,2%, peningkatan jumlah daun 24,7%, peningkatan berat brangkasan 3-81%, peningkatan berat akar 51-240%, dan panjang akar 3,8-73,4% pada tanaman sorgum. Secara umum, pemberian hidrogel dan kompos dengan dosis

tertinggi (hidrogel 4 g kg⁻¹ dan kompos 60 g kg⁻¹) dengan kode perlakuan H4K2 memberikan pengaruh terbaik terhadap peningkatan retensi air serta pertumbuhan tanaman sorgum pada Ultisol.

Daftar Pustaka

- Abedi-Koupai, J., Sohrab, F. and Swarbrick, G. 2008. Evaluation of hydrogels application on soil water retention characteristics. *Journal of Plant Nutrition* 31 (193): 317-331
- Barakat, M.R., El-Kosary, S., Borhan, T.I. and Abd-AlNafea, M.H. 2015. Effect of hydrogel soil addition under different irrigation levels on grandnain bannana plants. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants* 7 (1) : 18-28
- Dariah, A. dan NNurida, N.L. 2012. Pemanfaatan biochar untuk meningkatkan produktivitas lahan kering beriklim kering. *Buana Sains* 12 (1) : 33-38
- Distantina, S., DAnggraeni, D.R. dan Fitri, L.A. 2008. Pengaruh konsentrasi dan jenis larutan perendaman terhadap kecepatan ekstraksi dan sifat gel agar-agar dari rumput laut (*Gracilaria verrucosa*). *Jurnal Rekayasa Proses* 2 (1): 11-16
- El-Hady, O.A. and Abo-Sedera, S.A. 2006. Conditioning effect of composts and acrylamide hydrogels on a sandy calcareous soil. II- Physico-bio-chemical properties of the soil. *International Journal of Agriculture & Biology* 6 (8): 877-884.
- Glaser B., Lehman, J. and W. Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biology and Fertility of Soil* 35: 219-230.
- Hardjowigeno, S. 1993. Ilmu Tanah. PT Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Kumar, R. 2011. Evaluation of Hydrogel on The Performance of Rabi Maize (*Zea mays* L.). Thesis. Department of Agronomy Bihar Agricultural University. India.
- Muhammad, D. and Khattak, R.A. 2009. Growth and nutrient concentrations of maize in pressmud treated saline-sodic soils. *Soil and Environment* 28 (2) : 145-155
- Poormeidany, A. and H. Khakdaman, H. 2006. Study of aquasorb polymer application on irrigation of *Pinus eldarica*, *Olea europea* and *Atriplex Canescens* seedlings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 13: 79-92.
- Prasetyo, A., Listyorini, E. dan. Utomo, W.H. 2014. hubungan sifat fisik tanah, perakaran dan hasil ubi kayu tahun kedua pada Alfisol Jatikerto akibat pemberian pupuk organik dan anorganik. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1 (1): 27-37.
- Purwono. 2011. Efisiensi Penggunaan Air Pada Budidaya Tebu Lahan Kering. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rawls, W.J., Pachepsky, R.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M. and Bloodworthc, H. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma* 116 : 61-67
- Setyorini, D., Saraswati, R. dan Anwar, E.K. 2006. Kompos dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balittanah. Bogor.
- Subagyono, K., Haryati, U. dan Tala'ohu, S.H. 2004. Teknologi Konservasi Air pada Pertanian Lahan Kering. Dalam Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. hlm 145 – 183. Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Sumantri, A. 1994. Pedoman Teknis Budidaya Sorgum Manis Sebagai Bahan Baku Industri Gula. Pasuruan.
- Sumarno dan S. Karsono. 1995. Perkembangan Produksi Sorgum di Dunia dan Penggunaannya. Edisi Khusus Balitkabi 4:13-23
- Suriadikarta, D.A., Prihatini, T., Setyorini, D. dan Hartatik, W. 2005. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Peranian Produktif dan Ramah Lingkungan. Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Utomo, D. dan Susanti. 1986. Pemanfaatan Blotong dalam Rangka Peningkatan Produktivitas Tanah. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.