

Pengaruh Interaksi antara Dosis Pupuk dan Populasi Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau pada Lahan Kering Beriklim Kering

Effect of Fertilizer Dosage and Plant Population on Mungbean Growth and Yield Performance at Upland with Dry Climates

Henny Kuntastyuti* dan Sri Ayu Dwi Lestari

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak. KM 8. Kotak Pos 66 Malang, Indonesia
*Email: estawinasa@gmail.com

Naskah diterima 27 Mei 2016, direvisi 6 Desember 2016, disetujui 14 Desember 2016

ABSTRACT

Its early maturity and drought resistance allows mungbean to be cultivated on upland with dry climate. Appropriate cultivation technology need to be identified in order to increase productivity. The research objective was to formulate cultivation technology package by assessing interaction between plant population, optimum organic and anorganic fertilizers on mungbean. This experiment was conducted on upland Alfisol soil with type E climate in Probolinggo, East Java on dry season 2015, using split plot design, with three replications. As the main plot was plant spacing, namely: 1) 40 cm x 10 cm, 1 plant/hole, 2) 40 cm x 15 cm, 2 plants/hole, and 3) 40 cm x 20 cm, 2 plants/hole. As the sub plot was combination of organic and anorganic fertilizers, namely: 1) without fertilizer, 2) 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, 3) 150 kg Phonska/ha, 4) 5 ton manure/ha, and 5) 75 kg Phonska + 2,5 ton manure/ha. Medium dose of NPK fertilizer (22,5 kg N + 22,5 kg P₂O₅ + 22,5 kg K₂O + 15 kg S) per ha and plant population of 250.000 until 333.333 plant per ha, was considered suitable to grow mungbean at upland with dry climates, based on the obtained yield. While low dose of NPK fertilizer (11,3 kg N + 11,3 kg P₂O₅ + 11,3 kg K₂O + 7,5 kg S) plus 2.500 kg manure/ha was capable of producing high biomass of mungbean up to 3,2 kg/ha.

Keywords: Mungbean, organic fertilizer, anorganic, residue of fertilizer, biomass, soil quality.

ABSTRAK

Umur genjah dan toleran kondisi kering memungkinkan bagi kacang hijau dibudidayakan pada lahan kering beriklim kering. Teknologi budi daya yang sesuai perlu diidentifikasi guna meningkatkan produktivitas. Percobaan dilaksanakan dengan tujuan mendapatkan teknik budi daya yang terdiri dari kombinasi populasi tanaman, pupuk organik, dan anorganik yang optimal pada kacang hijau. Percobaan dilaksanakan pada tanah Alfisol lahan kering tipe iklim E di Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur, musim kemarau 2015. Rancangan percobaan adalah petak terpisah dengan tiga ulangan. Petak utama adalah jarak tanam, yaitu: 1) 40 cm x 10 cm, satu tanaman/rumpun, 2) 40 cm x 15 cm, dua tanaman/rumpun, 3) 40 cm x 20 cm, dua tanaman/rumpun. Anak petak adalah kombinasi pupuk organik dan anorganik, yaitu 1) tanpa pupuk, 2) 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg

KCl/ha, 3) 150 kg Phonska/ha, 4) 5 t pupuk kandang/ha, dan 5) 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha. Pemupukan NPK dosis sedang (22,5 kg N + 22,5 kg P₂O₅ + 22,5 kg K₂O + 15 kg S/ha) dan populasi tanaman 250.000 hingga 333.333 tanaman/ha dinilai sesuai untuk memperoleh hasil optimal kacang hijau pada lahan kering iklim kering. Pemupukan NPK dosis rendah (11,3 kg N + 11,3 kg P₂O₅ + 11,3 kg K₂O + 7,5 kg S) ditambah 2,5 t pupuk kandang/ha mampu menghasilkan biomas cukup tinggi, 3,2 kg/ha.

Kata kunci: Kacang hijau, pupuk organik, anorganik, residu pupuk, biomas, kualitas tanah.

PENDAHULUAN

Lingkungan produksi kacang hijau pada umumnya berupa lahan suboptimal, terutama lahan sawah tadah hujan, lahan kering masam, dan lahan kering iklim kering. Agroekologi lahan sawah tadah hujan sering mengalami kekeringan, sehingga banyak lahan yang dibiarkan bera setelah padi dipanen. Lahan dengan kondisi demikian dapat dimanfaatkan untuk budi daya kacang hijau karena berumur pendek (55-60 hari) dan dapat memanfaatkan sisa lengas tanah dari tanaman padi sebelumnya, tanpa pengairan. Kacang hijau juga sesuai untuk dikembangkan pada lahan kering beriklim kering, dan lahan sawah pada akhir musim kemarau, saat ketersediaan air irigasi terbatas, mengikuti pola rotasi tanam padi-padi-kacang hijau. Apabila kacang hijau diairi hanya pada saat tanam, maka kadar lengas tanah mencapai 6-7% di atas titik layu permanen pada umur 35 HST (Purwaningrahayu *et al.* 2011), dan berpotensi menurunkan hasil 35% apabila tidak diairi lagi. Pertumbuhan dan hasil maksimal kacang hijau diperoleh dengan pengairan pada fase berbunga dan berpolong (Tawfik 2008, Sadeghipour 2008, Purwaningrahayu *et al.* 2011, Uddin *et al.* 2013).

Hasil biji kacang hijau dimanfaatkan untuk bahan pangan dan sisa tanaman (brangkasan) untuk pakan. Penanaman kacang hijau dalam pola tanam setahun diikuti pembenaman sisa biomas saat pengolahan tanah dapat memenuhi >50% kebutuhan N untuk padi sehingga menjadi alternatif sumber N-organik untuk meningkatkan kesuburan tanah (Motior *et al.* 2012), meningkatkan pendapatan petani (Ferdous *et al.* 2011), dan meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan (Rahman *et al.* 2012).

Penggunaan input pertanian berupa senyawa kimiawi diperlukan dengan memperhatikan ketepatan takaran dan efek residunya. Peningkatan produktivitas kacang hijau pada lahan suboptimal memerlukan perbaikan teknologi budi daya yang bersifat spesifik lokasi. Komponen teknologi budi daya kacang hijau yang sudah diidentifikasi untuk lahan sawah tadah hujan mencakup varietas, penyiapan lahan, saluran drainase, penggunaan mulsa, cara dan waktu tanam, pemupukan, penyiangan, pengairan, pengendalian hama dan penyakit, serta panen dan pascapanen (Atman 2007, Radjit *et al.* 2008).

Budi daya kacang hijau secara tradisional pada lahan kering dilakukan petani dengan cara (1) tumpangsari dengan tanaman jagung, sebagian kecil monokultur, (2) tanpa pemupukan, memanfaatkan residu pupuk dari padi atau tanaman pokok, (3) jarak tanam tidak teratur, dan (4) pengendalian gulma dan OPT minimal. Usahatani kacang hijau cara petani pada musim kemarau pada lahan sawah Vertisol memiliki B/C 0,8. Perbaikan cara budi daya, yang meliputi varietas, cara dan jarak tanam, efisiensi pemupukan, dan pengendalian OPT meningkatkan hasil 40%, dan B/C meningkat menjadi 2,1 (Radjit *et al.* 2009). Penerapan teknologi anjuran berupa penggunaan varietas unggul umur genjah, penyiapan lahan, pemupukan daun, dan pengendalian hama penyakit meningkatkan keuntungan dengan B/C 3,22 (Radjit dan Prasetyaswati 2012).

Zulfikri (2002) melaporkan bahwa pemupukan NPK meningkatkan hasil kacang hijau tertinggi dibandingkan dengan pemupukan NP, NK, atau PK. Pemberian 3,5 t kotoran ayam/ha atau 5,0 t pupuk kandang/ha juga meningkatkan hasil kacang hijau (Naeem *et al.* 2006), tetapi pemberian kompos 1,0 t/ha pada lahan sawah tadah hujan tidak meningkatkan hasil kacang hijau (Yassi 2010). Pertumbuhan dan hasil kacang hijau meningkat sejalan dengan peningkatan takaran pupuk K dari 20 kg/ha sampai 120 kg K/ha, dan optimal pada takaran 80 kg K/ha (Kumar *et al.* 2014). Pemupukan 90-160 kg K/ha meningkatkan hasil kacang hijau dari 1,88 t/ha (tanpa pupuk K) menjadi 2,51-2,70 t/ha (Fooladivanda *et al.* 2014). Pemupukan 84 kg TSP/ha pada tanah miskin P (8,5 ppm P dengan pH 8,1) meningkatkan hasil kacang

hijau 0,58 t/ha dibandingkan dengan tanpa pupuk TSP (Ali *et al.* 2010). Hasil optimum kacang hijau diperoleh dengan pemupukan 90 kg P₂O₅/ha dan penyiangan dua kali pada umur 2 dan 4 minggu setelah tanam (Ahadiyat dan Tri Harjoso 2012). Hasil kacang hijau 1,73 t/ha juga diperoleh dengan pemupukan 38 kg P₂O₅ + 6,25 t pupuk kandang/ha (Aslam *et al.* 2010). Pemupukan 124 kg DAP + 10 t pupuk kandang/ha menghasilkan biji kacang hijau 1,13 t/ha, lebih tinggi 0,31 t/ha dibanding tanpa pupuk (Abbas *et al.* 2011). Dampak positif penggunaan pupuk kandang dan kompos terhadap pertumbuhan, dan hasil kacang hijau juga dilaporkan Syafrina (2009). Pengaruh positif penggunaan pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan, hasil, dan serapan hara tanaman disebabkan oleh penyediaan unsur hara esensial melalui mineralisasi pupuk organik secara kontinu, peningkatan kapasitas tanah menyediakan unsur hara, perbaikan sifat fisik dan biologi tanah (Meena *et al.* 2015).

Pada lahan gambut, hasil kacang hijau meningkat 10% dan 43% dengan peningkatan populasi tanaman dari jarak tanam 35 cm x 35 cm menjadi 30 cm x 30 cm dan 25 cm x 25 cm (Hamzah *et al.* 2005). Penerapan jarak tanam 0,5 m atau 0,3 m meningkatkan hasil kacang hijau 10% dan biomas limbah panen 22% dibandingkan dengan jarak tanam 1 m atau 0,9 m, sedangkan perbedaan populasi 20, 30, dan 40 tanaman/m² tidak mempengaruhi hasil dan biomas limbah panen (Rachaputi *et al.* 2015). Peningkatan produktivitas kacang hijau diperkirakan dapat diperoleh melalui pengaturan tata letak tanaman atau jarak tanam disertai pemupukan organik dan anorganik. Penelitian bertujuan mengidentifikasi komponen budi daya meliputi kombinasi populasi tanaman, pupuk organik dan anorganik untuk meningkatkan hasil biji dan akumulasi biomas limbah panen kacang hijau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanah Alfisol lahan kering tipe iklim E di KP Muneng, Probolinggo, Jawa Timur, pada musim kemarau 2015. Percobaan dirancang menggunakan petak terpisah dengan tiga ulangan. Benih kacang hijau varietas Vima-1 ditanam pada petak berukuran 4 m x 4,5 m tanpa pupuk dasar. Petak utama adalah jarak tanam, yaitu 1) 40 cm x 10 cm, satu tanaman/rumpun, 2) 40 cm x 15 cm, dua tanaman/rumpun, 3) 40 cm x 20 cm, dua tanaman/rumpun. Anak petak adalah kombinasi pupuk organik dan anorganik, yaitu: 1) tanpa pupuk, 2) 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, 3) 150 kg Phonska/ha, 4) 5 t pupuk kandang/ha, dan 5) 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha (Tabel 1).

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara intensif, yaitu (1) pengairan dua kali pada umur 27 dan 42 HST (hari setelah tanam), (2) penyemprotan herbisida isopropilamina glifosat 3 HST dan parakuat diklorida 1 HST, penyiangan gulma dua kali pada umur 10 dan 21 HST, serta (3) penyemprotan insektisida pada umur 16, 25, 32, 38, dan 46 HST. Pengamatan dilakukan terhadap (1) sifat fisik dan kimia tanah sebelum tanam dan sesudah panen, (2) bobot kering biomas dan tinggi tanaman umur 35 HST dari dua rumpun tanaman contoh, (3) tinggi tanaman dan komponen hasil dari 10 tanaman contoh saat panen, (4) hasil biji dan biomas limbah panen dari plot panen berukuran 3,2 m (8 baris) x 4,5 m, dan (5) kadar unsur NPK brangkasian, dan biji kacang hijau. Selama pertumbuhan tanaman dalam petak panen dilakukan pengamatan secara periodik, yaitu (1) kadar lengas tanah menggunakan metoda gravimetri (Balittanah 2009) sebanyak enam kali, dari dua titik acak di setiap petak perlakuan, (2) intensitas radiasi surya di bawah, di antara, dan di atas kanopi menggunakan luxmeter sebanyak lima kali pada tiga titik acak di setiap petak perlakuan, dan (3) indeks klorofil

daun menggunakan klorofilmeter SPAD-502 sebanyak enam kali, dari 10 tanaman contoh dari setiap petak perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah Percobaan

Tanah Alfisol di KP Muneng Probolinggo sebagai lokasi penelitian bereaksi basa, kaya P, K, Ca, dan Mg, tetapi miskin C-organik dan unsur N dan S. Tanah ber-pH tinggi dan kaya Ca dan Mg yang berpotensi menghambat ketersediaan dan serapan unsur P dan unsur mikro (Tabel 2). Tekstur tanah adalah lempung berdebu, kaya fraksi debu dengan air tersedia 17% (Tabel 3). Sifat fisik tanah, khususnya permeabilitas dan porositas tanah tergolong baik, yang diharapkan mendukung usaha peningkatan produksi biji dan biomas kacang hijau. Pupuk kandang yang digunakan juga ber-pH tinggi, kaya C-organik, unsur P, K, Ca, dan terutama Mg. Pupuk Phonska mengandung 15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, dan 10% S.

Penetrasi Radiasi Surya dan Kadar Lengas Tanah

Kacang hijau varietas Vima-1 dapat tumbuh dengan baik dengan penetrasi radiasi surya yang semakin menurun sesuai dengan umur tanaman (Gambar 1). Penetrasi radiasi surya berkaitan dengan produksi biomas dan bentuk kanopi yang menghambat atau meneruskan radiasi surya sampai ke permukaan tanah di bawah atau di antara kanopi atau baris tanaman. Penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah semakin berkurang seiring dengan perkembangan tanaman sejak fase vegetatif umur 20 HST sampai fase generatif umur 49 HST.

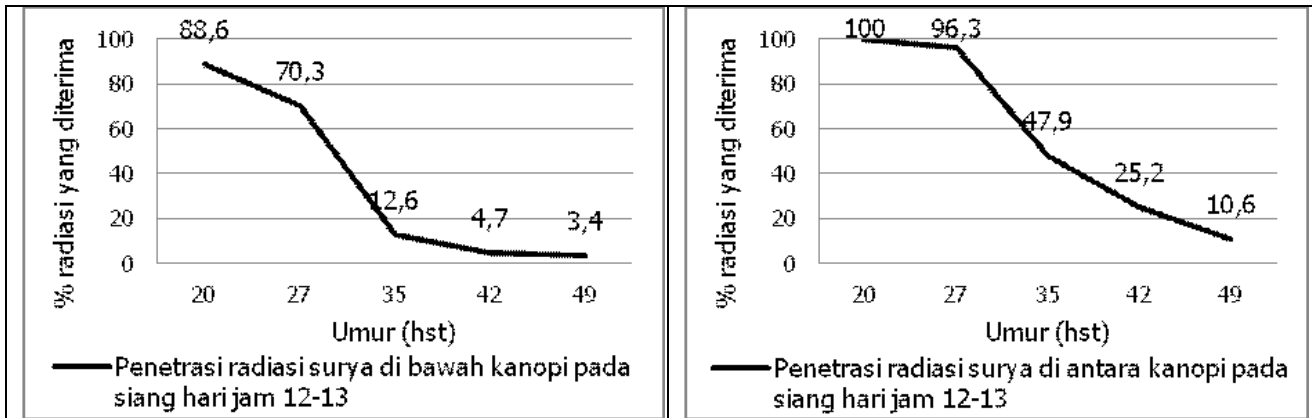
Tabel 1. Tambahkan hara dari pupuk dalam kombinasi perlakuan pemupukan pada MK 2015.

Perlakuan pemupukan (kg/ha)	Kandungan hara (kg/ha)*			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Tanpa pupuk	0	0	0	0
50 ZA + 50 SP36 + 100 KCl	10,4	18	60	12
150 Phonska	22,5	22,5	22,5	15
5000 pupuk kandang	78	108	108	22,5
75 Phonska + 2500 pukan	50	65	65	19

*Tambahan hara dari pupuk (ZA - 21% N dan 24% S).

Tabel 2. Sifat kimia tanah Alfisol Probolinggo dan pupuk kandang (kotoran sapi) pada MK 2015.

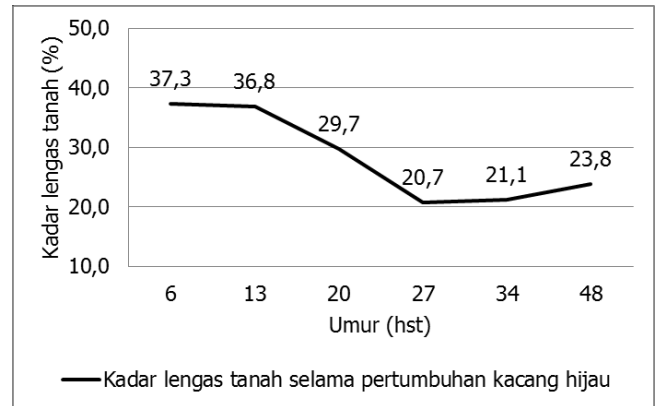
Sifat kimia tanah Alfisol	Nilai	Sifat kimia pupuk kandang sapi	Nilai
pH H ₂ O (1:5)	8,0	pH H ₂ O (1:5)	8,3
pH KCl (1:5)	6,8	C-organik Kurmis (%)	22,7
C-organik Kurmis (%)	0,77	N-organik (%)	1,24
N-total Kjeldahl (%)	0,07	N-NH ₄ (%)	0,13
P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	82,9	N-NO ₃ (%)	0,20
K (NH ₄ OAc pH 7,0, cmol ⁺ /kg)	0,60	N-total (%)	1,56
Na (NH ₄ OAc pH 7,0, cmol ⁺ /kg)	0,87	P-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,94
Ca (NH ₄ OAc pH 7,0, cmol ⁺ /kg)	16,0	S-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,45
Mg (NH ₄ OAc pH 7,0, cmol ⁺ /kg)	6,53	K-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	1,79
SO ₄ (NH ₄ OAc pH 4,8, ppm)	4,88	Na-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,01
Al-dd (KCl 1 N, cmol ⁺ /kg)	0,00	Ca-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	3,14
H-dd (KCl 1 N, cmol ⁺ /kg)	0,10	Mg-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	13,7
KTK (NH ₄ OAc pH 7,0, cmol ⁺ /kg)	49,7	KTK (NH ₄ OAc pH 7,0, cmol ⁺ /kg)	57,7
Fe (DTPA, ppm)	5,61	Fe-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,80
Zn (DTPA, ppm)	0,27	Zn-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,004
Cu (DTPA, ppm)	5,96	Cu-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,002
Mn (DTPA, ppm)	59,6	Mn-total HNO ₃ + HClO ₄ (%)	0,067



Gambar 1. Penetrasi radiasi surya di bawah dan di antara kanopi kacang hijau varietas Vima-1 pada siang hari pada lahan kering tanah Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Tabel 3. Sifat fisik tanah Alfisol Probolinggo pada MK 2015.

Sifat fisika tanah Alfisol	Nilai
KJH (cm/jam)	3,21
Berat isi (g/cm ³)	1,20
Berat jenis (g/cm ³)	2,40
Porositas (%)	50,00
Kadar air pF 2,5 (cm ³ /cm ³)	0,33
Kadar air pF 4,2 (cm ³ /cm ³)	0,16
Pasir (%)	19
Debu (%)	62
Liat (%)	19
Klas tekstur	Lempung berdebu



Gambar 2. Kadar lengas tanah selama pertumbuhan kacang hijau varietas Vima-1 pada lahan kering tanah Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Perlakuan jarak tanam dengan meningkatkan populasi tanaman dari 250.000 menjadi 333.333 tanaman/ha tidak mempengaruhi penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah, karena tidak terjadi persaingan penerimaan radiasi surya. Seperti yang dilaporkan Santoso (2004), peningkatan populasi kacang hijau dari 250.000 menjadi 500.000 tanaman/ha yang ditumpangсарikan dengan jagung tidak mempengaruhi intersepsi radiasi surya oleh tanaman kacang hijau. Pemberian pupuk kandang dan pupuk anorganik ZA, SP36, KCl, dan Phonska juga tidak berpengaruh pada penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah. Hal ini berarti pemberian pupuk tidak berpengaruh terhadap volume kanopi tanaman.

Pada pukul 12-13 tanaman umur 20 HST penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah di bawah kanopi sebesar 89%, turun menjadi 70% pada umur 27 HST, dan berkurang menjadi 20% pada umur 35 HST sampai menjelang panen (Gambar 1, kiri). Setelah berumur 27 HST perkembangan tajuk dan kanopi tanaman kacang hijau mencapai fase vegetatif maksimum. Di antara kanopi tanaman penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah lebih leluasa dibandingkan dengan di bawah

kanopi, apalagi pada saat kanopi belum menutup. Pada siang hari penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah sebesar 100% pada umur 20 HST, dan masih 96% saat tanaman berumur 27 HST, selanjutnya berkurang secara bertahap menjadi 48% pada umur 35 HST, dan 11% saat menjelang panen (Gambar 1, kanan). Penetrasi radiasi surya ke permukaan tanah mulai banyak berkurang saat tanaman berumur 35 HST (fase berpolong), namun masih lebih tinggi dibandingkan dengan penetrasi surya di bawah kanopi yang kurang dari 20%.

Pengukuran kadar lengas tanah daerah perakaran dilakukan pada kedalaman 10-20 cm di bawah permukaan tanah. Perlakuan pupuk organik dan anorganik maupun jarak tanam tidak mempengaruhi kadar lengas tanah, kecuali pada umur 48 HST. Kadar lengas tanah masih 37% pada awal pertumbuhan kacang hijau umur 6 HST. Kadar lengas tanah berkurang menjadi 21% pada umur 27 HST, meningkat menjadi 24% pada

umur 48 HST karena pengairan (Gambar 2). Kadar lengas tanah pada kapasitas lapang adalah 33%, dan 16% pada titik layu permanen (Tabel 3). Dengan demikian selama pertumbuhan tanaman kacang hijau kadar lengas tanah 5-21% di atas titik layu permanen atau 29-124% air tersedia.

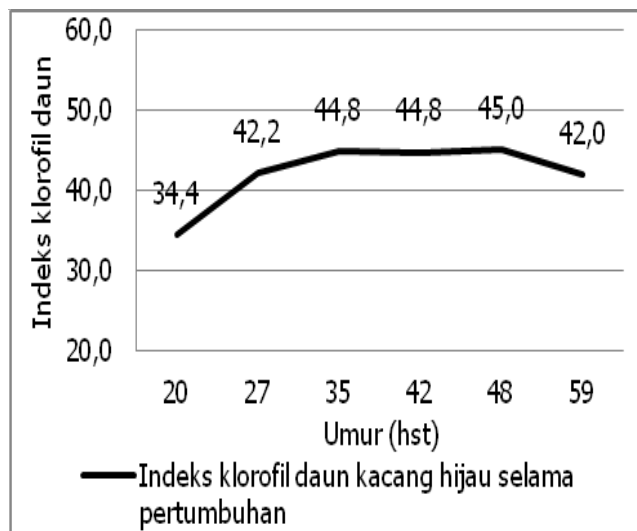
Pada saat umur 27 HST tanaman mengalami cekaman kekeringan, kadar lengas tanah hanya 21% (5% di atas titik layu permanen). Walaupun sempat tercekam kekeringan, pertumbuhan tanaman sejak awal fase vegetatif sampai menjelang panen termasuk baik, karena diiri pada umur 27 HST (fase berbunga) dan umur 42 HST (fase pengisian polong). Pengairan dilakukan setelah pengambilan contoh tanah untuk pengukuran kadar lengas tanah.

Indeks Klorofil Daun, Pertumbuhan, dan Hasil

Perlakuan jarak tanam, pemupukan organik dan anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap indeks klorofil daun, kecuali jarak tanam pada umur 35 HST dan pemupukan pada umur 27 HST. Nilai indeks klorofil daun sebesar 34 pada umur 20 HST, meningkat mencapai maksimum 45 pada umur 35-42 hst. Selanjutnya semakin berkurang sampai panen, namun lebih dari 40 (Gambar 3). Indeks klorofil 40 dinilai normal untuk tanaman kacang hijau umur lebih 45 hari.

Nilai indeks klorofil daun berkaitan dengan kadar unsur N dalam tanaman. Kadar unsur N dalam brangkasan kacang hijau umur 35 HST berkisar antara 2,34-2,79% (Tabel 4), rata-rata 2,49%, tergolong rendah. Kisaran kadar unsur N yang sempit berdampak pada kecilnya perbedaan nilai indeks klorofil daun. Jarak tanam maupun pupuk yang diberikan ternyata tidak berpengaruh terhadap indeks klorofil daun.

Pada umur 35 HST jarak tanam 40 cm x 10 cm, satu tanaman/rumpun dan 40 cm x 20 cm, dua tanaman/rumpun tanaman menyerap N 20-42%, P 32%, dan K 26-35%, lebih tinggi dibanding tanaman dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman/rumpun (Tabel 4). Hal tersebut disebabkan oleh nilai bobot kering tajuk pada jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman/rumpun lebih rendah dibandingkan dengan kedua jarak tanam lainnya (Tabel 5), walaupun berdasarkan uji F tidak nyata. Serapan hara (mg/tanaman) diperoleh dengan mengalikan kadar hara (%) dengan bobot kering tajuk (g/tanaman). Kadar dan serapan unsur P dan K paling rendah justru diperoleh dari tanaman kacang hijau yang



Gambar 3. Indeks klorofil daun kacang hijau varietas Vima-1 selama pertumbuhan pada lahan kering tanah Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Tabel 4. Pengaruh jarak tanam dan pupuk terhadap kadar hara dalam brangkasan kacang hijau varietas Vima-1 umur 35 HST pada lahan kering Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Perlakuan	Kadar hara (%)			Serapan hara (kg/ha)		
	N	P	K	N	P	K
Jarak tanam (cm)						
40 x 10, 1 tnm/rumpun	2,34	0,53	5,00	165,7	37,9	361,3
40 x 15, 2 tnm/rumpun	2,36	0,49	4,60	137,9	28,7	268,3
40 x 20, 2 tnm/rumpun	2,79	0,54	4,79	195,7	38,1	336,9
Pupuk (kg/ha)						
Tanpa pupuk	2,46	0,56	5,00	182,5	42,3	382,8
50 ZA+50 SP36+100 KCl	2,43	0,51	4,65	161,7	33,9	308,5
150 Phonska	2,48	0,48	4,61	159,7	31,0	294,1
5000 pupuk kandang	2,54	0,52	4,88	158,4	32,4	302,3
75 Phonska+2500 pukan	2,56	0,52	4,86	169,8	34,9	323,2
Rata-rata	2,49	0,52	4,80	166,4	34,9	322,2
Kategori	Rendah	Tinggi	Berlebih			

dipupuk 150 kg Phonska/ha, dan paling tinggi pada perlakuan tanpa pupuk, yang nilai bobot kering tajuknya juga tinggi. Serapan kadar N tertinggi juga diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk, namun tanaman termasuk kahat unsur N. Kebutuhan unsur P tercukupi, dan tanaman berlebihan menyerap unsur K. Hal ini ada hubungannya dengan tanah Alfisol Probolinggo yang kaya P dan K.

Tanah pada lokasi penelitian sangat miskin unsur N (0,07%), tetapi kaya unsur P dan K (P_2O_5 Bray-1 82,9 ppm, K-dd 0,60 $cmol^+/kg$) dengan pH H_2O 8,0 (Tabel 2). Tanaman akan menyerap K secara berlebihan apabila ketersediaannya juga berlebih di tanah. Sebaliknya, tanah bereaksi basa dapat menghambat ketersediaan unsur P, apalagi pada kadar Ca 16,0 $cmol^+/kg$ dan Mg 6,53 $cmol^+/kg$. Unsur Ca dan Mg mudah mengikat P menjadi bentuk Ca-P, Mg-P atau Ca, Mg-P yang tidak tersedia untuk tanaman. Walaupun demikian, kebutuhan tanaman akan unsur P tercukupi.

Kombinasi jarak tanam dan takaran pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar dan tajuk tanaman umur 35 HST. Tanaman tumbuh baik, rata-rata bobot kering akar dan tajuk berturut-turut 0,53 g/tanaman dan 6,66 g/tanaman (Tabel 5). Perlakuan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha atau 150 kg Phonska/ha atau 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha meningkatkan tinggi tanaman pada umur 35 HST dan saat panen dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk atau 5 t pupuk kandang/ha.

Peningkatan populasi tanaman dari 250.000 tanaman/ha (jarak tanam 40 cm x 10 cm, satu tanaman/rumpun atau 40 cm x 20 cm, dua tanaman/rumpun) menjadi 333.333 tanaman/ha (jarak tanam 40 cm x 15

cm, 2 tanaman/rumpun) menurunkan jumlah polong isi dari 16 polong/tanaman menjadi 12 polong/tanaman (Tabel 6). Akan tetapi perbedaan jarak tanam tidak mempengaruhi hasil dan bobot 100 biji kacang hijau, rata-rata 6,34 g/100 biji.

Perlakuan pemupukan berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi dan hasil biji kacang hijau. Interaksi antara perlakuan jarak tanam dengan pemupukan hanya mempengaruhi bobot 100 biji. Pemberian 150 kg Phonska/ha atau 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha meningkatkan jumlah polong isi. Pada peubah hasil biji, hanya pemberian 150 kg Phonska/ha (setara 22,5 kg N + 22,5 kg P_2O_5 + 22,5 kg K_2O + 15 kg S/ha) yang meningkatkan hasil kacang hijau dari 1,63 t/ha menjadi 1,79 t/ha, atau meningkat 10% dibanding tanpa pemupukan. Peningkatan hasil tersebut ditunjang oleh peningkatan tinggi tanaman, jumlah polong isi, dan produksi biomas limbah panen. Pemberian 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha atau pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha atau 5 t pupuk kandang/ha tidak meningkatkan hasil biji kacang hijau dibandingkan dengan tanpa pemupukan.

Perlakuan jarak tanam dan pupuk mempengaruhi produksi biomas kacang hijau. Peningkatan populasi tanaman dari 250.000 tanaman/ha menjadi 333.333 tanaman/ha menurunkan produksi biomas panen, dari 3,19-3,23 t/ha menjadi 2,47 t/ha atau berkurang 23% (Tabel 6). Hal ini berhubungan dengan bobot kering tajuk yang lebih rendah pada perlakuan populasi 333.333 tanaman/ha (Tabel 5).

Perlakuan pupuk meningkatkan bobot biomas 0,33-0,51 t/ha (12-19%) menjadi 3,01-3,19 t/ha dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk, kecuali pemberian 5 t

Tabel 5. Pengaruh jarak tanam dan pupuk terhadap pertumbuhan kacang hijau varietas Vima-1 pada lahan kering Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Perlakuan	Bobot kering akar umur 35 HST (g/tnm)	Bobot kering tajuk umur 35 HST (g/tnm)	Tinggi tanaman umur 35 HST (cm)	Tinggi tanaman umur 59 HST (panen)
Jarak tanam (cm)				
40 x 10, 1 tnm/rumpun	0,47 a	7,10 a	34,7 a	56,3 a
40 x 15, 2 tnm/rumpun	0,56 a	5,85 a	36,1 a	54,3 a
40 x 20, 2 tnm/rumpun	0,56 a	7,02 a	33,7 a	53,7 a
BNT 5%	0,304	2,064	2,459	4,664
Pemupukan (kg/ha)				
Tanpa pupuk	0,53 a	7,45 a	32,4 b	52,6 b
50 ZA + 50 SP-36 + 100 KCl	0,56 a	6,65 a	36,0 a	55,1 a
150 Phonska	0,49 a	6,40 a	37,2 a	56,0 a
5000 pupuk kandang	0,52 a	6,15 a	32,3 b	54,2 ab
75 Phonska +2500 pukan	0,54 a	6,64 a	36,3 a	55,9 a
BNT 5%	0,182	2,561	3,258	2,251
Rata-rata	0,53	6,66	34,8	54,8
Interaksi	tn	tn	tn	tn
KK (%)	19,45	9,72	9,61	4,22

pupuk kandang/ha. Pemupukan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha menghasilkan bobot biomas panen tertinggi. Takaran 5 t pupuk kandang/ha dalam penelitian ini tidak meningkatkan hasil biji maupun biomas kacang hijau, kemungkinan pada kondisi relatif kering nutrisi dari pupuk kandang belum tersedia bagi tanaman.

Kadar Hara Biji dan Brangkas Tanaman

Perlakuan jarak tanam 40 cm x 20 cm, dua tanaman/rumpun menghasilkan biji dengan kadar unsur N tertinggi, yaitu 3,61% dengan akumulasi N dalam biji 60,94 kg N/ha. Kadar N dalam biji terendah 2,99% dengan akumulasi dalam biji 50,35 kg N/ha diperoleh pada kacang hijau yang ditanam dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, 1 tanaman/rumpun (Tabel 7). Kadar N 3,47%

dalam biji kacang hijau juga diperoleh dari tanaman yang dipupuk 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha atau 5 t pupuk kandang/ha, sedangkan kadar unsur N dalam biji tanpa pemupukan adalah 3,15%. Rata-rata kadar NPK dalam biji kacang hijau berturut-turut adalah 3,30% N, 0,46% P, dan 1,27% K.

Pemupukan 150 kg Phonska/ha (setara 22,5 kg N + 22,5 kg P₂O₅ + 22,5 kg K₂O + 15 kg S/ha) menyebabkan akumulasi NPK dalam biji 50,34 kg N/ha (terendah), 8,27 kg P/ha (tertinggi), dan 22,85 kg K/ha (tertinggi) (Tabel 7). Akumulasi N dalam biji tertinggi 60,46 kg N/ha diperoleh pada pemupukan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha. Tanah Alfisol KP Muneng Probolinggo sangat miskin N (0,07%) dan penambahan unsur N 150 kg Phonska/ha tidak meningkatkan

Tabel 6. Pengaruh jarak tanam dan pupuk terhadap komponen hasil dan hasil serta biomas kacang hijau varietas Vima-1 pada lahan kering Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Perlakuan	Jumlah polong isi/tanaman	Bobot 100 biji (g)	Hasil biji kadar air 12% (t/ha)	Produksi biomas panen (t/ha)
Jarak tanam (cm)				
40 x 10, 1 tnm/rumpun	15,8 a	6,42 a	1,68 a	3,23 a
40 x 15, 2 tnm/rumpun	12,0 b	6,27 a	1,74 a	2,47 b
40 x 20, 2 tnm/rumpun	15,6 a	6,33 a	1,70 a	3,19 a
BNT 5%	1,769	0,290	0,154	0,486
Pemupukan (kg/ha)				
Tanpa pupuk	13,4 b	6,25 a	1,63 b	2,68 c
50 ZA+50 SP-36+100 KCl	14,3 ab	6,34 a	1,74 ab	3,01 ab
150 Phonska	15,3 a	6,40 a	1,79 a	3,06 ab
5000 pupuk kandang	14,2 ab	6,38 a	1,62 b	2,87 bc
75 Phonska +2500 pukan	15,2 a	6,33 a	1,74 ab	3,19 a
BNT 5%	1,42	0,16	0,13	0,31
Rata-rata	14,5	6,34	1,70	2,97
Interaksi	tn	*	tn	tn
KK (%)	10,08	2,64	8,01	10,80

Tabel 7. Pengaruh jarak tanam dan pupuk terhadap kadar hara dalam biji kacang hijau varietas Vima-1 pada lahan kering Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Perlakuan	Kadar hara (%)			Serapan hara (kg/ha)		
	N	P	K	N	P	K
Jarak tanam (cm)						
40 x 10, 1 tnm/rumpun	2,99	0,47	1,29	50,35	7,89	21,70
40 x 15, 2 tnm/rumpun	3,28	0,46	1,29	56,91	8,03	22,22
40 x 20, 2 tnm/rumpun	3,61	0,44	1,25	60,94	7,36	21,04
Pupuk (kg/ha)						
Tanpa pupuk	3,15	0,43	1,29	50,91	7,01	20,90
50 ZA+50 SP36+100 KCl	3,02	0,47	1,25	52,28	8,08	21,58
150 Phonska	3,37	0,46	1,28	50,34	8,27	22,85
5000 pupuk kandang	3,47	0,46	1,27	56,35	7,53	20,63
75 Phonska+2500 pukan	3,47	0,45	1,28	60,46	7,91	22,31
Rata-rata	3,30	0,46	1,27	56,07	7,76	21,65

akumulasi unsur N dalam biji kacang hijau. Sebaliknya, penambahan N dari pupuk Phonska dan pupuk kandang memenuhi kebutuhan tanaman, sehingga meningkatkan akumulasi N dalam biji kacang hijau.

Perlakuan jarak tanam dan pemupukan mempengaruhi bobot biomas kacang hijau pada umur 59 HST, tetapi jarak tanam tidak mempengaruhi kadar NPK dalam biomas panen. Produksi biomas saat panen pada jarak tanam 40 cm x 15 cm, 2 tanaman/rumpun adalah terendah, maka unsur NPK yang terakumulasi dalam biomas panen juga lebih rendah dibandingkan dengan kedua jarak tanam lainnya, yaitu 39,45 kg N/ha, 7,13 kg P/ha, dan 94,83 kg K/ha (Tabel 8).

Produksi biomas panen terendah diperoleh dari perlakuan tanpa pupuk, tertinggi dari perlakuan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha. Pemupukan 150 kg Phonska/ha menghasilkan kadar N dan K terendah dengan akumulasi dalam biomas 39,60 kg N/ha (terendah), 9,04 kg P/ha (tertinggi), dan 111,68 kg K/ha, lebih rendah dibandingkan dengan pemupukan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha. Produksi biomas panen tertinggi pada perlakuan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha ditunjang oleh akumulasi 49,32 kg N/ha (tertinggi 50,45 kg N/ha), 8,99 kg P/ha (tertinggi 9,04 kg P/ha), dan 125,18 kg K/ha (tertinggi). Pemanfaatan utama biomas panen kacang hijau adalah sebagai pakan ternak. Biomas masih kaya unsur NPK. Hal tersebut menjadikan nilai tambah bagi biomas kacang hijau untuk pakan ternak, bahkan kadar unsur K lebih tinggi 204% dibandingkan dengan biji kacang hijau.

Sifat Kimia Tanah Setelah Panen

Analisis hara contoh tanah komposit setelah panen disajikan pada Tabel 9. Sebelum digunakan untuk

penelitian kacang hijau, lahan telah digunakan untuk perbanyak jagung varietas Lamuru. Perlakuan tanpa atau dipupuk 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha menurunkan kadar C-organik, N-total, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd, tetapi meningkatkan kadar P-tersedia setelah panen kacang hijau. Apabila tanaman dipupuk 150 kg Phonska/ha atau 5 t pupuk kandang/ha, maka tanah dapat mempertahankan kadar C-organik, meningkatkan N-total, P-tersedia, dan P₂O₅-total, dan menurunkan K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd dibandingkan dengan tanah tanpa pemupukan. Sebaliknya penggunaan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha tidak dapat mempertahankan kadar C-organik, tetapi meningkatkan kadar P-tersedia, N-total dan P₂O₅-total dibandingkan dengan tanah tanpa pemupukan. Jadi penggunaan 150 kg Phonska/ha, 5 t pupuk kandang/ha, atau 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha dapat digunakan sebagai alternatif komponen teknologi untuk produksi biomas dan konservasi unsur hara pada lahan kering iklim kering.

Tanaman kacang hijau toleran kondisi kekeringan, dan peningkatan produktivitas pada lahan kering memerlukan perbaikan teknologi budi daya spesifik lokasi. Walaupun mengalami cekaman kekeringan pada umur 27 HST, tanaman kacang hijau masih dapat tumbuh dengan baik dengan indeks klorofil 45. Purwaningrahayu *et al.* (2011, 2012) melaporkan indeks klorofil daun mencapai 45-49 pada kondisi tercekam kekeringan.

Pada tanah Alfisol bereaksi basa dan miskin unsur N (0,07%) dan C-organik (0,77%), pemupukan 150 kg Phonska/ha (setara 22,5 kg N + 22,5 kg P₂O₅ + 22,5 kg K₂O + 15 kg S/ha) dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, satu tanaman/rumpun atau 40 cm x 20 cm, dua tanaman/rumpun tidak meningkatkan bobot kering akar dan tajuk

Tabel 8. Pengaruh jarak tanam dan pupuk terhadap kadar dalam brangkasan panen kacang hijau varietas Vima-1 pada lahan kering Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Perlakuan	Kadar hara (%)			Serapan hara (kg/ha)		
	N	P	K	N	P	K
Jarak tanam (cm)						
40 x 10, 1 tnm/rumpun	1,63	0,31	4,05	52,7	10,1	130,6
40 x 15, 2 tnm/rumpun	1,60	0,29	3,84	39,4	7,1	94,8
40 x 20, 2 tnm/rumpun	1,51	0,28	3,68	47,8	9,1	117,8
Pupuk (kg/ha)						
Tanpa pupuk	1,82	0,31	4,17	48,5	8,4	110,6
50 ZA+50 SP36+100 KCl	1,67	0,29	3,81	50,4	8,9	115,3
150 Phonska	1,31	0,30	3,65	39,6	9,0	111,7
5000 pupuk kandang	1,57	0,30	3,73	45,4	8,6	109,2
75 Phonska+2500 pukan	1,54	0,28	3,92	49,3	9,0	125,2
Rata-rata	1,58	0,30	3,86	46,7	8,8	114,4
Kategori	Rendah	Cukup	Berlebih			

Tabel 9. Pengaruh jarak tanam dan pupuk terhadap sifat kimia tanah setelah panen kacang hijau pada lahan kering Alfisol Probolinggo, MK 2015.

Pupuk	pH H ₂ O	pH KCl	C-org (%)	N-total (%)	P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	P ₂ O ₅ total (mg/100 g)	K ₂ O total (mg/100 g)	K-dd (Cmol ⁺ /kg)
Sebelum tanam	8,0	6,8	0,77	0,070	82,9	-	-	0,60
Tanpa pupuk	7,5	5,9	0,55	0,035	112,0	162	595	0,22
NPK	7,2	5,9	0,56	0,045	110,1	187	548	0,23
Phonska	7,3	6,0	0,81	0,045	119,7	184	571	0,23
Pukan	7,3	6,1	0,94	0,042	109,0	178	554	0,24
Phonska+pukan	7,3	6,0	0,38	0,055	112,7	183	612	0,23
Rata-rata	7,3	6,0	0,65	0,044	112,7	179	576	0,23
Pupuk	Ca-dd	Mg-dd	Al-dd	H-dd	Fe	Zn	Cu	Mn
Cmol ⁺ /kg.....		ppm.....			
Sebelum tanam	16,0	6,53	0,00	0,10	5,61	0,27	5,96	59,6
Tanpa pupuk	4,20	0,49	0,00	0,28	4,88	2,24	4,85	1,32
NPK	4,18	0,48	0,00	0,21	4,20	1,75	5,17	1,38
Phonska	4,51	0,50	0,00	0,11	3,84	1,68	4,85	1,42
Pukan	4,44	0,46	0,00	0,11	3,77	1,70	4,87	1,33
Phonska+pukan	4,43	0,48	0,00	0,11	6,62	1,66	4,81	1,49
Rata-rata	4,35	0,48	0,00	0,17	4,66	1,81	4,91	1,39

kacang hijau pada umur 35 HST, tetapi meningkatkan hasil dan biomas menjadi 1,79 t/ha dan 3,06 t/ha. Penyerapan unsur sampai umur 35 HST belum maksimal, sehingga pemupukan 150 kg Phonska/ha tidak meningkatkan bobot kering akar dan tajuk, tetapi meningkatkan hasil dan biomas. Pemupukan 20 kg N + 40 kg P₂O₅ + 30 kg K₂O/ha juga tidak meningkatkan bobot kering akar dan tajuk kacang hijau pada umur 40 HST (Sultana *et al.* 2013). Peningkatan populasi menjadi 500.000 tanaman/ha dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun dan takaran Phonska menjadi 250 kg/ha berpeluang meningkatkan hasil, seperti dilaporkan sebelumnya, mampu menghasilkan biji kacang hijau 2,04 t/ha (Pratiwi *et al.* 2012).

Pemupukan 75 kg Phonska + 2,5 t pupuk kandang/ha menghasilkan biomas tertinggi (3,19 t/ha), sedangkan pemberian 5 t pupuk kandang/ha tidak berpengaruh. Pada kondisi kering, miskin C-organik dan unsur N, tetapi kaya unsur PK, pemberian pupuk kandang kaya C-organik (22,7%) dikombinasi dengan pupuk NPK anorganik seperti Phonska efektif meningkatkan produksi biomas. Produksi biomas masih mungkin ditingkatkan melalui peningkatan takaran pupuk organik dan anorganik. Menurut Aslam *et al.* (2010), produksi biomas kacang hijau tertinggi 5,7 t/ha diperoleh dengan pemberian 12,5 t pupuk kandang/ha atau 38 kg P₂O₅ + 6,25 t pupuk kandang/ha. Pemupukan 90-180 kg K/ha juga meningkatkan biomas kacang hijau dari 5,43 t/ha (tanpa pupuk K) menjadi 6,00-6,52 t/ha (Fooladivanda *et al.* 2014). Pemupukan P dilaporkan meningkatkan biomas kacang hijau, dan sebaliknya dengan penggunaan asam humat (pupuk organik) (Bandani *et al.* 2014).

Rendahnya takaran pupuk yang digunakan, yaitu 150 kg Phonska/ha, mengakibatkan produktivitas kacang hijau tidak maksimal, sehingga akumulasi unsur hara dalam biji juga rendah, 3,30% N, 0,46% P, dan 1,27% K. Sheteawi dan Tawfiq (2007) melaporkan kadar NPK dalam biji kacang hijau dapat mencapai 4,5-5,5% N, 1,5-1,8% P, dan 1,7-2,2% K. Kadar protein mencapai 25,6% (Malik *et al.* 2003) dengan pemupukan 50-75 kg NP/ha. Pemupukan 2-6 g N/m² (Motior *et al.* 2012) juga meningkatkan akumulasi N dalam biomas kacang hijau (biji + brangkas panen) secara linier.

Pemupukan organik dan anorganik meningkatkan hasil biji dan biomas kacang hijau, mampu mempertahankan dan memperbaiki kualitas kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah melalui peningkatan kadar bahan organik dan unsur hara dalam tanah serta nilai ekonomi N dalam pola tanam. Kondisi yang demikian juga sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Shah *et al.* 2003, Raihana dan Willian 2006, Mondal *et al.* 2015).

KESIMPULAN

Pemupukan NPK dosis sedang (22,5 kg N + 22,5 kg P₂O₅ + 22,5 kg K₂O + 15 kg S/ha) dan populasi tanaman 250.000 hingga 333.333 tanaman per ha dinilai sesuai untuk memperoleh hasil biji optimal tanaman kacang hijau pada lahan kering iklim kering. Pemupukan NPK dosis rendah (11,3 kg N + 11,3 kg P₂O₅ + 11,3 kg K₂O + 7,5 kg S/ha) ditambah 2,5 t pupuk kandang/ha mampu menghasilkan biomas kacang hijau yang cukup tinggi, 3,2 kg/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ir. Suyamto (Koordinator KP Muneng), Ir. Salam AR, Munadi Robert, dan Sugianto B (masing-masing teknisi lapang), Angesti P, Ekmi LY, dan Mayar (masing-masing analis lab tanah) serta Rofi'i atas bantuan dalam pelaksanaan penelitian dan pengamatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, G., Z. Abbas, M. Aslam, A.U. Malik, M. Ishaque and F. Hussain. 2011. Effects of organic and inorganic fertilizers on mungbean (*Vigna radiata* (L.)) yield under arid climate. *International Res. J. of Plant Sci.* ISSN 2(4):94-98.
- Ahadiyat, Y.R. dan T.i Harjoso. 2012. Karakter hasil biji kacang hijau pada kondisi pemupukan P dan intensitas penyiangan berbeda. *J. Agrivigor* 11(2):137-143.
- Ali, M.A., G. Abbas, Q. Mohy-ud-Din, K. Ullah, G. Abbas, and M. Aslam. 2010. Response of mungbean (*Vigna radiata*) to phosphatic fertilizer under arid climate. *The J. of Animal & Plant Sciences* 20(2):83-86.
- Aslam, M., N. Hussain, M. Zubair, S.B. Hussain, and M.S. Baloch. 2010. Integration of organic and inorganic sources of phosphorus for increased productivity of mungbean (*Vigna radiata* L.). *Pak. J. Agri. Sci.* 47(2):111-114.
- Atman. 2007. Teknologi budidaya kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di lahan sawah. *Jurnal Ilmiah Tambua VI*(1):89-95.
- Balittanah. 2009. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Edisi 2. Balai Penelitian Tanah.
- Bandani M., H.R. Mobasser, and A. Sirusmehr. 2014. Effect of organic fertilizer on length of pod, biological yield and number of seeds per pod in mung bean (*Vigna radiata* L.). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 8(7):763-766.
- Ferdous, M.Z., M.M. Anowar, M.A. Rahman, F. Yasmine, and J. Nain. 2011. Fertilizer management for maize-mungbean-Taman based cropping pattern. *J. Agrofor. Environ.* 5(2):129-132.
- Fooladivanda, Z., M. Hassanzadehdelouei, and N. Zarifinia. 2014. Effects of water stress and potassium on quantity traits of two varieties of mung bean (*Vigna radiata* L.). *Cercetari Agronomice in Moldova XLVII*(1):107-114.
- Hamzah. A., Rosmimi, dan Syamsuardi. 2005. Pertumbuhan dan produksi tiga varietas kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada beberapa jarak tanam di lahan gambut. *SAGU IV*(1):10-15.
- Kumar, P., P. Kumar, T. Singh, A.K. Singh, and R.I. Yadav. 2014. Effect of different potassium levels on mungbean under custard apple based agri-horti system. *African J. of Agric. Res.* 9(8):728-734.
- Malik, M.A., M.F. Saleem, A. Ali, and I. Mahmood. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus application on growth, yield and quality of mungbean (*Vigna radiata* L.). *Pak. J. Agri. Sci.* 40:3-4.
- Meena, R.S., Y. Dhakal, J.S. Bohra, S.P. Singh, M.K. Singh, P. Sanodiya, and H. Meena. 2015. Influence of bioinorganic combinations on yield, quality and economics of mungbean. *American J. of Experimental Agric.* 8(3):159-166.
- Mondal, N.K., J.K. Datta, and A. Banerjee. 2015. Integrated effects of reduction dose of nitrogen fertilizer and mode of biofertilizer application on soil health under mungbean cropping system. *Commun. Plant Sci.* 5(1-2):15-22.
- Motior, M.R., G. Faruq, M. Sofian-Azirun M., and N.B. Amru. 2012. Effects of nitrogen fertilizer and tropical legume residues on nitrogen utilization of rice-legumes rotation. *Life Sci. J.* 9(4):1468-1474.
- Naeem, M., J. Iqbal, and M. Ahmad alias H.A. Bakhsh. 2006. Comparative study of inorganic fertilizers and organic manures on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata* L.). *J. Agric. and Social Sci.* 2(4):227-229.
- Pratiwi, H., A.A. Rahmianna, dan A. Taufiq. 2012. Perbandingan fenologi beberapa varietas unggul kacang hijau pada pertanaman awal musim hujan. p.487-492. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementerian Pertanian tgl 15 November 2011.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian.
- Purwaningrahayu, R.D., Trustinah, M. Anwari, dan B.S. Radjit. 2011. Tanggap galur-galur kacang hijau terhadap cekaman kekeringan. p.535-545. *Prosiding Seminar Nasional Akselerasi Inovasi Teknologi untuk Mendukung Peningkatan Produksi Aneka Kacang dan Umbi tgl 21 Desember 2009.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian.
- Purwaningrahayu, R.D., Trustinah, dan M. Anwari. 2012. Tanggap genotype kacang hijau terhadap kadar lengas tanah berbeda. p.487-496. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementerian Pertanian tgl 15 November 2011.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian.
- Rachaputi, R.C.N., Y. Chauhan, C. Douglas, W. Martin, S. Krosch, P. Agius, and K. King. 2015. Physiological basis of yield variation in response to row spacing and plant density of mungbean grown in subtropical environments. *Field Crops Research.* 183:14-22.
- Radjit, B.S., M. Anwari, S.W. Indiatl., Sumartini, dan R.D. Purwaningrahayu. 2008. Evaluasi teknologi budi daya kacang hijau di lahan suboptimal. *Laporan Teknis.* Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 22p.
- Radjit, B.S., N. Prasetiawati, R. Iswanto, dan M. Anwari. 2009. Evaluasi teknologi budi daya kacang hijau di lahan suboptimal. *Laporan Akhir Penelitian.* Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 42p.
- Radjit, B.S. dan N. Prasetiawati. 2012. Prospek kacang hijau pada musim kemarau di Jawa Tengah. *Buletin Palawija* 24:57-68.
- Rahman, M.H., M.R. Islam, M. Jahiruddin, and M.Q. Haque. 2012. Management of organic manure and inorganic fertilizer in the maize-mungbean/dhaincha-T. Aman rice cropping pattern for increased crop production. *Bangladesh J. Agric. Res.* 37(2):225-234.
- Raihana Y. dan E. William. 2006. Pemberian mulsa terhadap tujuh varietas kacang hijau dan keheraan tanah di lahan lebak tengahan. *Bul. Agron.* 34(3):148-152.
- Sadeghipour, O. 2008. Effect of withholding irrigation at different growth stages on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata* L.) varieties. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 4(5):590-594.
- Santoso, M.B. 2004. Efisiensi energi dan produktivitas pada tumpang sari jagung manis (*Zea saccharata* Sturt) dan

- berbagai kerapatan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dengan pengolahan tanah yang berbeda. Tesis. Program Studi Agronomi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 119p.
- Shah, Z., S.H. Shah, M.B. Peoples, G.D. Schwenke, and D.F. Herridge. 2003. Crop residue and fertiliser N effects on nitrogen fixation and yields of legume–cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crops Research* 83:1–11.
- Sheteawi, S.A. and K.M. Tawfiq. 2007. Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mungbean (*Vigna radiata* L.) growth and yield. *J. Appl. Sci. Res.* 3(3):251-262.
- Sultana, M., B. Ahmed, M.M. Rahman, S. Sultana, and M.M. Haque. 2013. Growth and seed yield of mungbean as influenced by leaf clipping and fertilizer doses. *Bangladesh Res. Pub. J.* 9(2):79-86.
- Syafrina, S. 2009. Respon pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada media sub boil terhadap pemberian beberapa jenis bahan organik dan pupuk organik cair. Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian, Faperta, USU. 79p.
- Tawfik, K.M. 2008. Effect of water stress in addition to potassium application on mungbean. *Australian J. of Basic and Applied Sci.* 2(1):42-52.
- Uddin, S., S. Parvin, and M.A. Awal. 2013. Morpho-physiological aspects of mungbean (*Vigna radiata* L.) in response to water stress. *Inter. J. Agric. Sci. Res.* 3(2):137-148.
- Yassi, A. 2010. Pertumbuhan dan produksi kacang hijau pada dua waktu tanam dan pupuk kompos di lahan tadah hujan. *J. Agrivigor.* 9(3):245-254.
- Zulfikri, M. 2002. Pengaruh kombinasi pemupukan N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) varietas Merpati pada jenis tanah Aluvial Sukamandi dan Laposol Merah Purwodadi. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 46p.
-

