

Peningkatan Produktivitas Kopi Arabika Gayo I dan II Berbasis Aplikasi *Biourine* dan Biokompos

(Increase Productivities of Coffee Arabica Gayo I and II by *Biourine* and Biocompost Applications)

Asis*, Rizki Ardiansyah, Rachman Jaya, Ishar

(Diterima Agustus 2019/Disetujui Agustus 2020)

ABSTRAK

Dataran Tinggi Gayo memiliki wilayah yang potensial sebagai pengembangan kopi Arabika karena kondisi topografi lahan yang mendukung budi daya kopi Arabika Gayo, tetapi produksi tanaman berkisar 650–750 kg ha⁻¹, lebih rendah dari beberapa varietas yang ada pada saat ini yang mencapai 1,5–2 ton ha⁻¹. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi adalah aplikasi *biourine* dan biokompos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi berbagai dosis pemupukan *biourine* dan biokompos pada peningkatan produksi kopi Arabika Gayo I dan II. Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT) pola faktorial, terdiri atas kopi Arabika Gayo I (A1) dan Gayo II (A2) dengan dosis NPK 150 kg ha⁻¹ (perlakuan petani/kontrol) (C1), 150 mL *plant*⁻¹ (*biourine*) + 5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C2), 125 mL *plant*⁻¹ (*biourine*) + 7,5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C3), dan 100 mL *plant*⁻¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4) yang dianalisis dengan ANOVA dan UJBD 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis pemupukan *biourine* dan biokompos tidak berinteraksi dengan kopi Arabika Gayo I dan Gayo II, tetapi perlakuan mandiri dosis pemupukan *biourine* dan biokompos berpengaruh nyata pada produksi kopi Arabika Gayo. Aplikasi 100 mL ha⁻¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + 100 kg ha⁻¹ NPK (C4) dapat meningkatkan produksi kopi Arabika Gayo sebesar 41% jika dibandingkan dengan pemupukan NPK 150 kg ha⁻¹ tanpa *biourine* dan biokompos (C1). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa 80% peningkatan produksi kopi Arabika Gayo dipengaruhi oleh peningkatan dosis biokompos.

Kata kunci: Arabika Gayo, *biourine*, biokompos, produksi

ABSTRACT

Gayo Highlands region had a potential area for the development of Arabica coffee because of the topographical conditions of the land that support the cultivation of Gayo Arabica coffee, but production of plants ranges from 650–750 kg ha⁻¹, lower than some existing varieties which reach 1,5–2 tons ha⁻¹. One way to increase production is the application of *biourine* and biocompost. This study aimed to determine the effect of the application of *biourine* and biocompost technology packages on the growth and production of Gayo I and II Arabica coffee plants. This study used a factorial separate plot design (RPT) consisting of Arabica Gayo I (A1) and Gayo II (A2) with a dose of NPK 150 kg ha⁻¹ (farmer/control treatment) (C1), 150 mL⁻¹ (*biourine*) + 5 ton ha⁻¹ (biocompost) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C2), 125 mL *plant*⁻¹ (*biourine*) + 7.5 ton ha⁻¹ (biocompost) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C3), and 100 mL *plant*⁻¹ (biocompost) + 10 ton ha⁻¹ (biocompost) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4). The results of the observations were analyzed by ANOVA and 95% DMRT. The results showed that the doses of *biourine* and biocompost fertilizers did not have interaction with Gayo I and Gayo II Arabica coffee, but for independent treatment of *biourine* and biocompost fertilizers, the dosage significantly affected the production of Gayo Arabica coffee. Application of 100 mL ha⁻¹ (*biourine*) + 10 tons ha⁻¹ (biocompost) + 100 kg ha⁻¹ NPK (C4) was able to increase the Gayo Arabica Coffee production by 41% when compared with NPK fertilizers of 150 kg ha⁻¹ without *biourine* and biocompost (C1). Regression analysis showed that the level of 80% of Gayo Arabica Coffee was affected by the different application of biocompost dosages.

Keywords: Arabika Gayo, *biourine*, biocompost, productivity

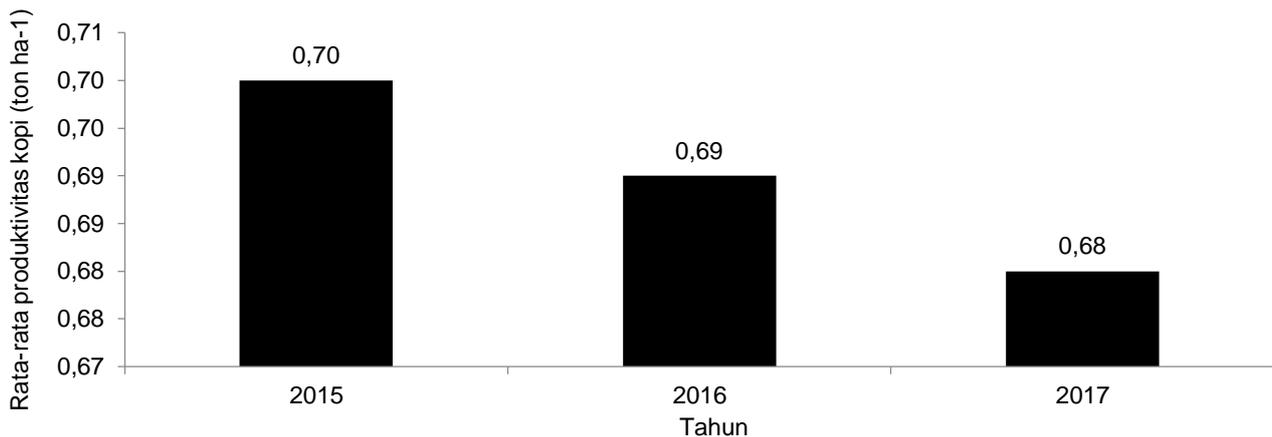
PENDAHULUAN

Kopi Arabika Gayo merupakan varietas kopi lokal Gayo sehingga memiliki tingkat adaptasi yang tinggi pada kondisi lingkungan dataran tinggi dengan cita

rasa terbaik. Kopi Gayo telah dikembangkan oleh masyarakat Gayo selama bertahun-tahun dengan sistem budi daya terus menerus sepanjang tahun. Pemanfaatan lahan budi daya selama bertahun-tahun dengan sistem budi daya konvensional menyebabkan penurunan kesuburan lahan sehingga terjadi penurunan produksi kopi. Data Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian menunjukkan produktivitas kopi Gayo sangat rendah, bahkan tidak mencapai 1 ton ha⁻¹ dalam kurun waktu 3 tahun terakhir (Gambar 1)

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh, Jl. Panglima Nyak Makan, No. 27 Lampineung, Nanggroe Aceh Darussalam 23125

* Penulis Korespondensi: Email: asissp_89@yahoo.co.id



Gambar 1 Produktivitas kopi Arabika Gayo dari tahun 2015–2017 (Dirjenbun 2017).

Produktivitas kopi Arabika Gayo pada saat ini berkisar 650–750 kg ha⁻¹, yang masih jauh dari potensi hasil dari beberapa varietas yang ada saat ini yang mencapai 1,5–2 ton ha⁻¹ (Jaya *et al.* 2011; 2014). Hal ini menunjukkan adanya selisih sekitar 850–1.250 kg ha⁻¹ antara produktivitas Arabika Gayo di tingkat petani dengan potensi produktivitas kopi Arabika Gayo. Produktivitas kopi Arabika Gayo yang rendah secara teknis disebabkan oleh banyaknya tanaman yang sudah tua atau tidak produktif (>30 tahun), kejenuhan lahan karena dibudidayakan secara terus menerus, serangan hama dan penyakit tanaman yang tinggi intensitasnya, sistem budi daya yang tidak dilakukan secara maksimal (pemangkasan produksi), perubahan iklim global yang menyebabkan peningkatan suhu rata-rata di dataran tinggi Gayo dan adanya *mandatory* dari konsumen atas produk organik, yang berpengaruh pada produktivitas akibat level kesuburan lahan dan serangan hama dan penyakit tanaman (Dishutbun Bener Meriah 2015). Upaya-upaya perbaikan terus dilakukan untuk menurunkan selisih yang tinggi antara kopi Arabika Gayo dengan potensi hasil tanaman dengan rekayasa teknologi budi daya melalui pemajaan tanaman, pemangkasan cabang produktif, penanaman dan pemangkasan naungan, pengendalian hama penyakit, dan pemupukan untuk mengganti unsur hara yang hilang bersama hasil tanaman.

Merujuk ke berbagai aspek peningkatan produksi kopi Gayo, yang menjadi salah satu aspek penting dalam budi daya kopi Gayo adalah upaya meningkatkan dan mempertahankan hasil secara berkesinambungan dengan perbaikan kesuburan tanah melalui pemupukan tanaman dengan pupuk organik yang mengandung unsur hara kompleks dan mampu memperbaiki tingkat kesuburan lahan serta ramah lingkungan. Penambahan bahan organik tanah dapat dilakukan dengan aplikasi pupuk organik, seperti pupuk organik cair (*biourine*) dan organik padat (biokompos). Dharmayanti *et al.* (2013) menyatakan bahwa *biourine* merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan ketersediaan, kecukupan, dan efisiensi serapan hara yang mengandung mikroorganisme

sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Biourine dan biokompos memiliki berbagai jenis berdasarkan pada bahan baku yang digunakan untuk memproduksi pupuk organik. Pemanfaatan bahan baku lokal yang tersedia sebagai bahan pembuatan *biourine* dan biokompos sangat mendukung upaya budi daya tanaman sistem *zero waste farming system*. *Biourine* yang digunakan berasal dari bioindustri perumahan petani kopi Gayo yang mengintegrasikan budi daya kopi Gayo dengan teknik sapi sehingga urine sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk *biourine*. Wati *et al.* (2014) menyatakan bahwa *biourine* sapi merupakan bahan organik penambah kesuburan tanah yang berasal dari hasil fermentasi anaerobik urine dan feses sapi yang masih segar. Rianto *et al.* (2015) menyatakan bahwa *biourine* merupakan bahan organik hasil fermentasi sehingga memiliki kandungan unsur hara, enzim, dan hormon yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Dekomposisi bahan organik dari *biourine* sapi dapat memberikan tambahan unsur hara N, P, K, dan hormon auksin yang dibutuhkan tanaman.

Biokompos merupakan hasil fermentasi bagian/sisa-sisa tanaman yang mengandung unsur hara kompleks sesuai dengan kandungan hara pada bagian tanaman yang dijadikan sebagai bahan baku biokompos. Biokompos yang digunakan adalah limbah kulit kopi Gayo sisa hasil panen yang terbuang pada saat pengupasan *green bean* kopi. Pemanfaatan kulit kopi Gayo merupakan upaya penggunaan sumber daya lokal sebagai sumber bahan baku pupuk untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman. Hasil penelitian Baon *et al.* (2005) menunjukkan bahwa kadar C-organik kulit buah kopi sebesar 45,3%, kadar nitrogen 2,98%, fosfor 0,18%, dan kalium 2,26%.

Penelitian Simanjuntak *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi kompos kulit kopi pada tanaman bawang merah mampu meningkatkan kadar C-organik tanah dibandingkan dengan aplikasi pupuk N, P, dan K. Penggunaan pupuk kompos pada dasarnya sangat mendukung peningkatan produksi dan perbaikan lahan, tetapi sangat lambat dalam dekomposisi unsur hara menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman.

Hasil penelitian Falahudin *et al.* (2016) menunjukkan bahwa penambahan pupuk organik limbah kulit kopi 400 g (P4) memberikan efek yang nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman dan lebar daun sehingga pupuk organik limbah kulit kopi 400 g memberikan pertumbuhan maksimum pada tanaman kopi. Kombinasi pemupukan *biourine* dan biokompos merupakan upaya untuk meningkatkan produktivitas kopi Arabika Gayo dari 600–750 kg ha⁻¹ menjadi lebih tinggi sehingga dapat menurunkan selisih produksi tingkat petani pada saat ini dengan potensi hasil tanaman kopi Arabika Gayo yang mencapai 850–1250 kg ha⁻¹.

Berdasarkan upaya-upaya perbaikan produktivitas kopi Arabika Gayo maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi berbagai dosis pemupukan *biourine* dan biokompos pada peningkatan produktivitas kopi Arabika Gayo I dan Gayo II.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–September 2018 di Kebun Percobaan (KP) Gayo, Bener Meriah, Aceh. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah dan Tanaman Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh, Banda Aceh, Aceh.

Bahan dan alat yang digunakan ialah varietas kopi Arabika Gayo I dan Gayo II, *biourine*, biokompos, dan NPK mutiara, gembor, cangkul, ring sampel, kored, meteran, timbangan analitik, timbangan kasar, sprayer, tali rafia, plastik, label, dan jangka sorong. Tanaman kopi Arabika Gayo yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah Arabika Gayo I berumur 7 tahun dan Arabika Gayo II berumur 4 tahun dengan luasan secara keseluruhan 1 ha. Jarak tanam kopi Arabika Gayo adalah 2,5 x 2,5 m dan naungan (Lamtoro) 5 x 5 m sehingga terdapat 1.600 populasi kopi Arabika Gayo. Kopi Arabika Gayo I memiliki warna daun hijau tua, buah berbentuk agak memanjang dan ujung agak tumpul, masak buah kurang serempak, warna buah hijau bersih pada saat muda dan berwarna merah cerah pada saat masak, potensi hasil rata-rata 0,9–1,2 ton ha⁻¹ biji kering, toleran terhadap penyakit karat daun, dan memiliki cita rasa yang baik. Kopi Arabika Gayo II memiliki warna daun hijau tua dengan pupus berwarna cokelat kemerahan, buah berbentuk oval, dompolan buah agak rapat, warna buah hijau bersih pada saat muda dan berwarna merah cerah pada saat masak, potensi hasil rata-rata 0,9–1,1 ton ha⁻¹ biji kering, agak tahan terhadap penyakit karat daun, dan cita rasa yang sangat baik (BPTP Aceh 2010).

Rancangan penelitian menggunakan rancangan petak terpisah (RPT) pola faktorial yang terdiri atas varietas (A) sebagai petak utama dan paket pemupukan (C) sebagai anak petak dengan paket pemupukan berbagai dosis *biourine* dan biokompos serta pupuk dasar NPK 100 kg ha⁻¹. Petak utama terdiri atas 2 varietas, yaitu kopi Arabika Gayo I (A1) dan Gayo II (A2) dan paket pemupukan yang terdiri atas paket NPK 150 kg ha⁻¹ (perlakuan petani/kontrol) (C1),

150 mL *plant*¹ (*biourine*) + 5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C2), 125 mL *plant*¹ (*biourine*) + 7,5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C3), dan 100 mL *plant*¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4) sehingga kombinasi 2 petak utama dan 4 anak menghasilkan 8 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 24 unit percobaan, dengan sampel pengamatan sebanyak 6 tanaman per unit percobaan. Aplikasi pemupukan NPK dilakukan pada fase vegetatif, *biourine* diaplikasi 2 kali pada fase vegetatif dan menjelang pembungaan kopi, dan biokompos diaplikasikan pada awal penelitian. Aplikasi perlakuan dilakukan setelah pengambilan sampel tanah untuk mengetahui kandungan unsur hara di lokasi penelitian.

Pengamatan vegetatif tanaman dilakukan 2 kali selama penelitian, yaitu pada awal perlakuan (April 2018) sebagai data awal dan bulan Agustus 2018. Pengamatan vegetatif, yaitu tinggi (cm) dan jumlah cabang (cabang) untuk melihat perubahan variabel pengamatan sebelum dan sesudah aplikasi perlakuan. Pengamatan generatif dilakukan 1 kali pada saat panen (Agustus–September 2018) berupa jumlah dompol per cabang (dompol), jumlah buah per dompol (buah), dan produktivitas (ton ha⁻¹).

Hasil pengamatan dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) 95%, jika F hitung lebih besar daripada F tabel maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) 95%. Selain itu, dilakukan analisis regresi atas dosis pupuk *biourine* dan biokompos dengan rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo untuk mengetahui hubungan sebab akibat dosis pupuk dengan peningkatan produktivitas kopi Arabika Gayo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Budi daya kopi Arabika Gayo di lokasi penelitian menerapkan teknis budi daya secara optimal melalui pemangkasan tanaman kopi dan naungan, pengendalian gulma, hama, dan penyakit tanaman secara terus menerus selama penelitian sampai panen. Teknis budi daya yang tepat harus didukung oleh tingkat ketersediaan unsur hara sehingga dilakukan analisis tanah untuk mengetahui kandungan unsur hara sebelum dilakukan aplikasi berbagai dosis pemupukan pada varietas kopi Arabika Gayo I dan Gayo II. Analisis tanah meliputi pH tanah, C-organik, N-total, C/N, P₂O₅, dan K₂O.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa pH tanah tergolong masam (rendah) yang berkisar antara 4,78–5,39, C-organik tinggi sebesar 4,21–4,82%, C/N sebesar 10,98–15,48, N total sebesar 0,34–0,43%, P₂O₅ sebesar 12,03–20,97 mg 100 g⁻¹, dan K₂O sebesar 55,52–61,40 mg 100 g⁻¹ pada semua perlakuan. Jumlah hara yang tersedia dalam tanah belum tentu tersedia untuk tanaman karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain unsur hara tanah terikat oleh partikel tanah dan unsur hara yang lain, kemampuan akar

Tabel 1 Rata-rata kandungan hara dalam tanah sebelum perlakuan pemupukan pada kedalaman 0–20 dan 20–40 cm

Perlakuan	Unsur hara					
	pH H ₂ O	C-organik %	N-Total	C/N	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O
A1C1	5,19	4,36	0,36	12,31	20,97	54,66
A1C2	5,08	4,43	0,37	11,80	14,83	53,66
A1C3	4,78	4,40	0,41	10,98	16,36	61,40
A1C4	5,16	4,82	0,43	11,43	16,05	60,11
A2C1	5,33	4,29	0,38	11,45	14,23	55,52
A2C2	5,39	4,22	0,34	13,05	12,03	55,81
A2C3	5,33	4,46	0,36	15,48	14,19	55,67
A2C4	5,26	4,21	0,38	11,67	13,02	58,25
Mandiri pemupukan						
C1	5,26	4,33	0,37	11,88	17,60	55,09
C2	5,23	4,32	0,36	12,43	13,43	54,73
C3	5,05	4,43	0,38	13,23	15,28	58,53
C4	5,21	4,51	0,40	11,55	14,53	59,18

Keterangan: *Hasil analisis laboratorium tanah dan tanaman BPTP Aceh 2018.

tanaman dalam menyerap unsur hara, dan ketersediaan air tanah. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dengan dosis yang tinggi secara perlahan mengakibatkan degradasi lahan. Putro *et al.* (2016) menyatakan bahwa pemupukan yang berlebih dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah (penurunan nilai N, P, dan K pada tanah). Aribawa (2008) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik dapat meningkatkan daya larut unsur P, K, Ca, dan Mg, meningkatkan C-organik, kapasitas tukar kation, daya serap air, menurunkan kejenuhan Al dan *bulk density* (BD) tanah. Hasil penelitian Valentiah *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk dari kulit biji kopi mampu meningkatkan ketersediaan C-organik tanah, meningkatkan pH tanah, ketersediaan Nitrogen (N), Fosfor (P), dan kalium (K) dengan dosis pupuk 30 ton ha⁻¹.

Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi ineteraksi paket teknologi pemupukan dengan varietas kopi Arabika Gayo I dan Gayo II pada variabel pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman, tetapi perlakuan mandiri dosis pemupukan berpengaruh pada produktivitas tanaman, sedangkan perlakuan mandiri varietas berpengaruh pada variabel tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah dompol per cabang (Tabel 2).

Kombinasi perlakuan pemupukan dan varietas tidak berpengaruh nyata pada variabel vegetatif kopi Arabika Gayo I dan Gayo II karena pupuk biokompos membutuhkan waktu yang lama untuk proses dekomposisi menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman kopi Arabika Gayo. Fungsi *biourine* dan biokompos pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata pada semua parameter vegetatif tanaman kopi karena tanaman dapat menyerap unsur hara dari pupuk NPK yang diberikan sebagai sumber nutrisi pada awal pertumbuhan, walaupun pada dasarnya *biourine* memiliki peran yang lebih optimal pada pertumbuhan vegetatif dibandingkan dengan pada fase generatif, tetapi umur kopi Arabika Gayo yang lama (tahunan) dan penggunaan pupuk NPK mengakibatkan fungsi

biourine belum terlihat secara nyata. Dharmayanti *et al.* (2013) menjelaskan bahwa pemberian *biourine* mampu menambah hara tanah, seperti K- tersedia dan N-total dalam tanah. Hasil uji UJBD 95% menunjukkan bahwa perlakuan varietas berbeda nyata pada tinggi tanaman, cabang produktif, dan jumlah dompol per cabang.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan mandiri *biourine* 100 mL *plant*⁻¹ + biokompos 10 ton ha⁻¹ + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4) menunjukkan produktivitas kopi Arabika Gayo terbaik, yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan NPK 100 kg ha⁻¹ tanpa *biourine* dan biokompos (C1) dan perlakuan *biourine* 150 mL *plant*⁻¹ + biokompos 5 ton ha⁻¹ + NPK 100 kg ha⁻¹ (C2), tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan *biourine* 125 mL *plant*⁻¹ + 7,5 ton ha⁻¹ + NPK 100 kg ha⁻¹ (C3). Perlakuan mandiri varietas Arabika Gayo II (A2) menunjukkan tinggi tanaman dan jumlah cabang terbaik yang berbeda nyata dibandingkan dengan varietas Arabika Gayo I (A1), sedangkan pada variabel jumlah dompol per cabang varietas Arabika Gayo I (A1) menunjukkan jumlah dompol cabang terbanyak yang berbeda nyata dibandingkan dengan varietas Arabika Gayo II (A2) (Tabel 3).

Tinggi dan Jumlah Cabang Tanaman

Berdasarkan hasil uji beda menunjukkan bahwa perlakuan varietas kopi Arabika Gayo berbeda nyata dalam tinggi tanaman, dengan hasil kopi Arabika Gayo II yang memiliki tinggi yang lebih baik dari Gayo I. Hal ini diduga karena adanya perbedaan umur tanaman kopi Arabika Gayo I dan Gayo II yang dijadikan bahan penelitian ini sehingga memiliki tinggi yang berbeda pada awal pengamatan. Pada tanaman kopi Arabika Gayo I dengan pertumbuhan vegetatif yang normal pada umur 7 tahun perlu dilakukan pemangkasan tanaman untuk memaksimalkan produksi tanaman karena pertumbuhan vegetatif yang dominan akan menurunkan produksi tanaman sehingga pemangkasan bertujuan untuk mengurangi dominasi pertumbuhan vegetatif tanaman. Kopi Gayo dengan umur 7 tahun telah mencapai pertumbuhan vegetatif yang

Tabel 2 Hasil analisis ANOVA pengaruh perlakuan pada variabel pengamatan tanaman kopi Arabika Gayo I dan Gayo II

Variabel Pengamatan	Perlakuan			
	Pupuk	Varietas	Interaksi	Taraf kepercayaan
Tinggi tanaman (cm)	tn	**	tn	
Jumlah cabang (cabang)	tn	**	tn	
Jumlah dompol per cabang (dompol)	tn	*	tn	95%
Jumlah buah per dompol (buah)	tn	tn	tn	
Produktivitas (ton ha ⁻¹)	*	tn	tn	

Keterangan: tn = tidak berpengaruh nyata, * = berpengaruh nyata, dan ** = berpengaruh sangat nyata.

Tabel 3 Hasil analisis sidik ragam dan uji lanjut perlakuan pemupukan pada kopi Arabika Gayo I dan Gayo II

Perlakuan	Hasil analisis sidik ragam dan uji beda perlakuan				
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang (cabang)	Jumlah dompol per cabang (dompol)	Jumlah buah per dompol (buah)	Produktivitas (ton ha ⁻¹)
A1	157,38 ^b	7,75 ^b	38,00 ^a	11,75	1,42
A2	166,5 ^a	17,96 ^a	18,25 ^b	12,58	1,67
UJBD 95%	*	**	*	tn	tn
C1	164,08	11,25	24,67	11,83	1,20 ^b
C2	162,00	12,25	25,17	12,17	1,29 ^b
C3	159,42	13,50	29,58	12,67	1,67 ^{ab}
C4	162,25	14,42	33,08	12,00	2,03 ^a
UJBD95%	tn	tn	tn	tn	*

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama dengan perlakuan yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji UJBD 95%; tn = tidak berpengaruh nyata, * = berpengaruh nyata, dan ** = berpengaruh sangat nyata berdasarkan hasil analisis sidik ragam.

optimal sehingga penambahan tinggi, diameter batang, dan cabang primer menjadi sangat lambat/rendah.

Pemangkasan dilakukan untuk mengatur pertumbuhan vegetatif ke pertumbuhan generatif yang produktif, mempermudah pemanenan dengan mengatur tinggi tanaman, pembentukan cabang-cabang produktif baru dan mengatur penyinaran dalam tanaman kopi sehingga tinggi tanaman berkurang atau menurun bersamaan dengan pemangkasan tanaman pada kopi Arabika Gayo I. Pemangkasan kopi dilakukan dengan pemangkasan bentuk untuk menjaga tanaman tidak terlalu tinggi, pemangkasan produktif untuk menumbuhkan cabang-cabang produktif dalam jumlah yang cukup dan pemangkasan rejuvenasi untuk meremajakan tanaman kopi yang sudah tua (Atrisiandy 2015). Selain itu, pemangkasan dilakukan untuk mempermudah proses pemanenan hasil tanaman kopi karena tinggi tanaman menjadi ideal dengan tinggi pemanen (Panggabean 2011).

Pada jumlah cabang produktif tanaman menunjukkan bahwa varietas Gayo II memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan Gayo I yang masing-masing dengan rata-rata 17,96 batang dan 7,75 batang. Hal ini terjadi karena pada Arabika Gayo II, cabang-cabang yang terbentuk berupa cabang primer yang menjadi cabang produktif tanaman, sedangkan pada Arabika Gayo I, telah dilakukan pemangkasan cabang primer karena telah berkembang cabang-cabang sekunder dan tersier pada cabang primer untuk mempertahankan hasil dan keseimbangan tanaman. Hal ini dapat terlihat pada jumlah dompol per cabang, di mana Arabika Gayo I memiliki jumlah yang lebih banyak dengan rata-rata 38,00 dari kopi Gayo II yang rata-rata 18,25 dompol karena

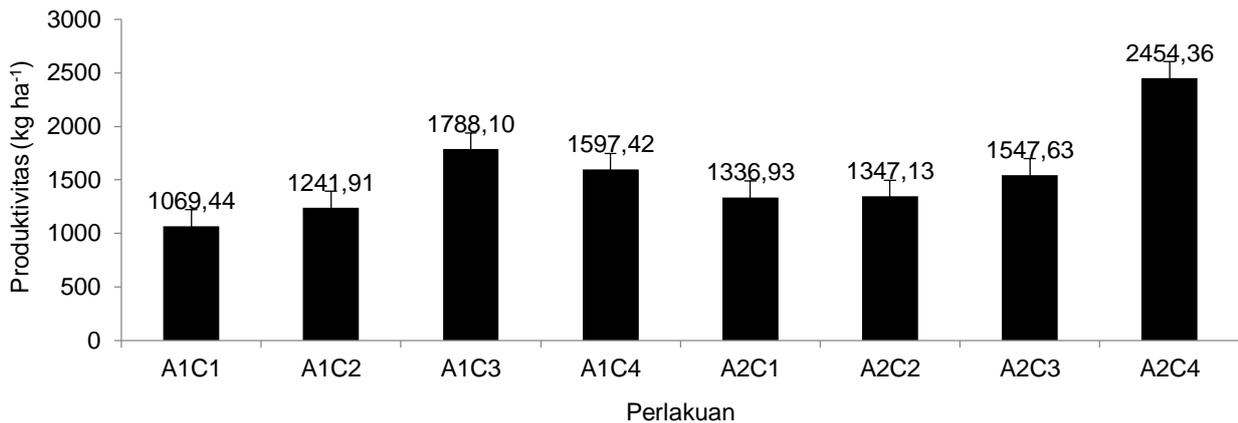
dompolan buah banyak bermunculan pada cabang sekunder dan tersier pada kopi Gayo I.

Produktivitas Tanaman

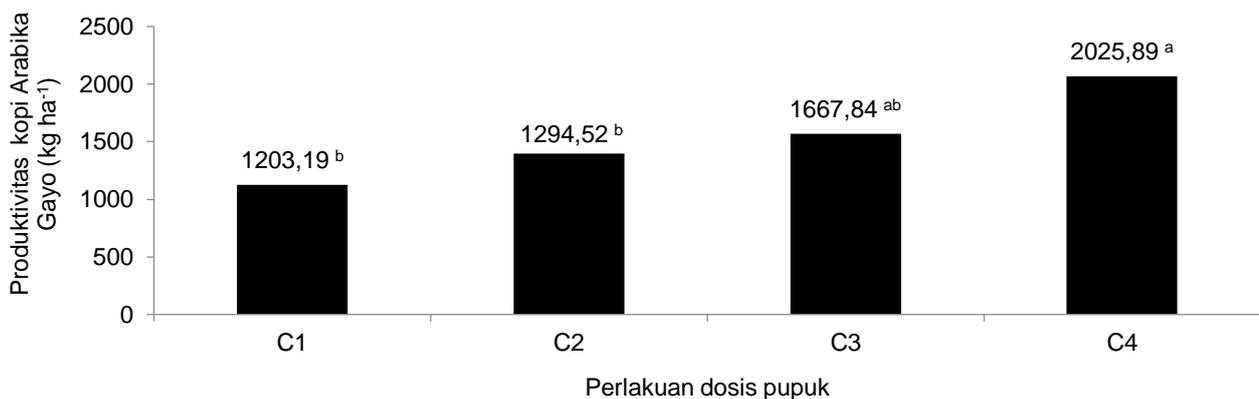
Kombinasi perlakuan pemupukan dan varietas tidak berpengaruh pada produktivitas kopi Arabika Gayo sehingga tidak terjadi interaksi antara pemupukan dan varietas tanaman. Rata-rata produktivitas pada Gayo I dan II dengan aplikasi pemupukan *biourine* dan biokompos menunjukkan bahwa kombinasi aplikasi dosis pemupukan dan varietas tanaman tidak berpengaruh pada produktivitas tanaman. Perlakuan varietas Arabika Gayo I (A1) menunjukkan nilai tertinggi pada dosis 125 mL *plant*⁻¹ (*biourine*) + 7,5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C3) dan terendah pada dosis NPK 150 kg ha⁻¹ (C1), sedangkan pada varietas Arabika Gayo II (A2) tertinggi pada dosis 100 mL *plant*⁻¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4) dan terendah pada dosis NPK 150 kg ha⁻¹ (C1) sehingga tidak terjadi interaksi antara aplikasi berbagai dosis pemupukan pada produktivitas Arabika Gayo I dan Gayo II (Gambar 2).

Kombinasi dosis *biourien* dan biokompos dengan varietas kopi Arabika Gayo I dan Gayo II tidak berinteraksi, tetapi perlakuan dosis *biourien* dan biokompos (mandiri) berpengaruh nyata pada rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo. Perubahan dosis pemupukan berkolerasi positif dengan perubahan rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pemupukan *biourine* 100 mL *plant*⁻¹ + biokompos 10 ton ha⁻¹ + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4) memiliki rata-rata produktivitas tertinggi sebesar 2,03 ton ha⁻¹ yang berbeda nyata dibandingkan dengan pemupukan NPK 150 kg ha⁻¹ tanpa *biourine* dan biokompos (C1), yaitu



Gambar 2 Rata-rata produktivitas kopi Gayo I dan II dengan aplikasi *biourine* dan biokompos. A1C1 = Arabika Gayo 1 dengan paket NPK 150 kg ha⁻¹; A1C2 = Arabika Gayo 1 dengan 150 mL *plant*¹ (*biourine*) + 5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; A1C3 = Arabika Gayo 1 dengan 125 mL *plant*¹ (*biourine*) + 7,5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; A1C4 = Arabika Gayo 1 dengan 100 mL *plant*¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; A2C1 = Arabika Gayo II dengan paket NPK 150 kg ha⁻¹; A2C2 = Arabika Gayo II dengan 150 mL *plant*¹ (*biourine*) + 5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; A2C3 = Arabika Gayo II dengan 125 mL *plant*¹ (*biourine*) + 7,5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; dan A2C4 = Arabika Gayo II dengan 100 mL *plant*¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹.



Gambar 3 Rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo dengan berbagai aplikasi dosis pemupukan *biourine* dan biokompos. C1 = Paket NPK 150 kg ha⁻¹; C2 = Paket 150 mL *plant*¹ (*biourine*) + 5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; C3 = 125 mL *plant*¹ (*biourine*) + 7,5 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹; dan C4 = 100 mL *plant*¹ (*biourine*) + 10 ton ha⁻¹ (biokompos) + NPK 100 kg ha⁻¹.

sebesar 1,20 ton ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi *biourine* dan biokompos dapat memenuhi kebutuhan unsur hara dan perbaikan perakaran tanaman sehingga menghasilkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa aplikasi *biourine* dan biokompos, bahkan peningkatan dosis biokompos berbanding lurus dengan peningkatan produksi kopi Arabika Gayo. Hasil penelitian Anggara *et al.* (2016) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk *biourine* dengan konsentrasi tertinggi 1.725 L ha⁻¹ dengan kombinasi pupuk anorganik dosis 100 kg N ha⁻¹, 300 kg P₂O₅ ha⁻¹, 100 kg K₂O ha⁻¹ memberikan pertumbuhan jumlah daun dan jumlah cabang yang lebih baik, tetapi tidak berpengaruh pada hasil tanaman buncis secara keseluruhan.

Peningkatan dosis biokompos mampu menyediakan kebutuhan hara tanaman melalui perakaran dalam jangka waktu yang lama untuk mendukung peningkatan produktivitas tanaman. Hasil penelitian

Effandi *et al.* (2014) menyatakan bahwa aplikasi biochar dan kompos mampu meningkatkan produktivitas sampai dua kali lipat, yaitu dari 20,43 t ha⁻¹ menjadi 40,95 t ha⁻¹ sehingga biochar dan kompos kulit kopi dengan dosis 10–20 ton ha⁻¹ dianjurkan pada tanah Andisol. Sejalan dengan hasil yang dilaporkan oleh Simajuntak *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa kompos kulit buah kopi berpengaruh nyata pada produksi per plot bawang merah, dengan kompos dosis 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan produksi tanaman sebesar 10,26% dibandingkan dengan tanpa pemberian kompos.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik memberikan pengaruh nyata pada produktivitas kopi Arabika Gayo sehingga dilakukan analisis regresi untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara dosis biokompos dan produktivitas kopi Arabika Gayo. Analisis dilakukan untuk melihat hubungan biokompos tanpa melihat pengaruh *biourine*

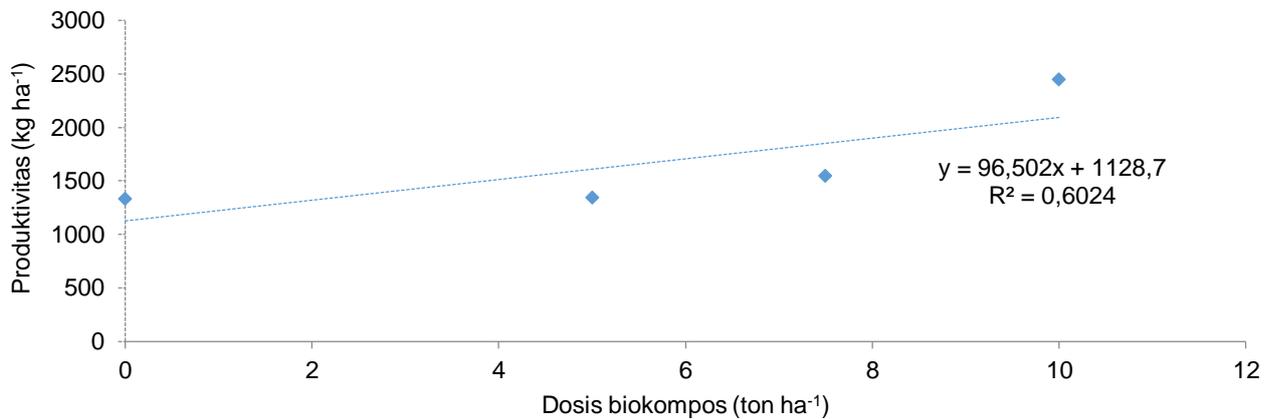
karena berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi terbaik diperoleh pada aplikasi *biourine* dengan dosis 100 mL *plant*⁻¹ (C4), bukan pada dosis *biourine* tertinggi 150 mL *plant*⁻¹ (C2). Hal ini terjadi karena *biourine* memiliki peran optimal pada pertumbuhan vegetatif tanaman sehingga banyak dimanfaatkan pada tanaman sayur-sayuran yang memanfaatkan daun tanaman sebagai ukuran produksi tanaman. Pola integrasi pemupukan *biourine* dan biokompos merupakan pola pemupukan organik dengan pemanfaatan peran pupuk cair dan pupuk padat secara bersamaan. *Biourine* digunakan pada awal pertumbuhan sebagai penyedia unsur hara tanaman secara cepat selama masa vegetatif, sedangkan biokompos membutuhkan waktu yang lama untuk terdekomposisi menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman yang dapat menjadi sumber unsur hara pada masa generatif.

Analisis regresi dilakukan untuk melihat hubungan antara berbagai dosis mandiri biokompos dan produktivitas kopi Arabika Gayo I. Hasil analisis regresi linear menunjukkan adanya hubungan antara dosis pemupukan biokompos dan produksi kopi Arabika Gayo I karena peningkatan dosis biokompos berpengaruh 60% pada peningkatan produksi (Gambar 4).

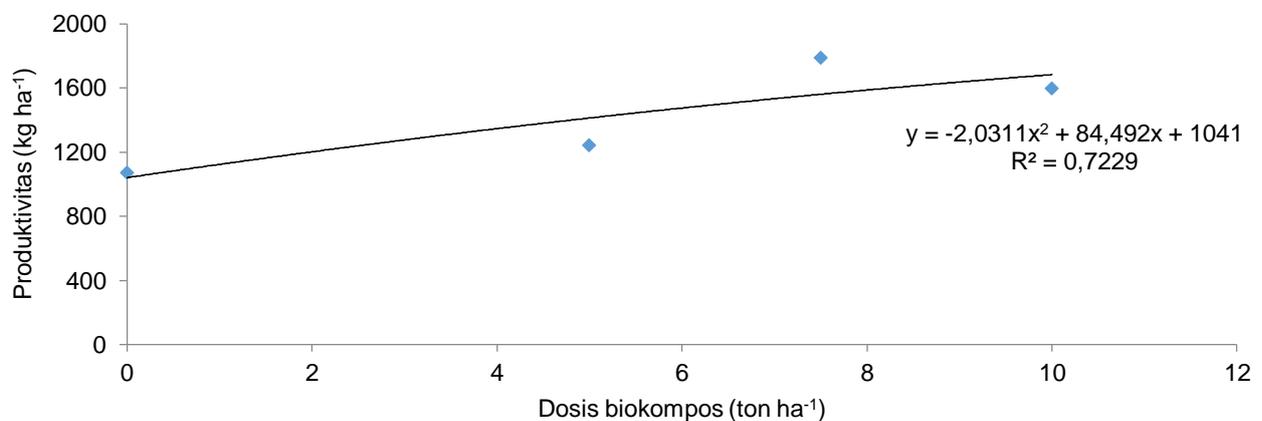
Analisis regresi dilakukan untuk melihat hubungan antara berbagai dosis mandiri biokompos dengan

produktivitas kopi Arabika Gayo II. Hasil analisis regresi kuadratik menunjukkan adanya hubungan antara peningkatan dosis pemupukan biokompos dengan produktivitas kopi Arabika Gayo II karena peningkatan dosis biokompos berpengaruh 72% pada peningkatan produktivitas, tetapi pada peningkatan dosis 10 ton ha⁻¹ produktivitas tanaman menunjukkan penurunan (Gambar 5).

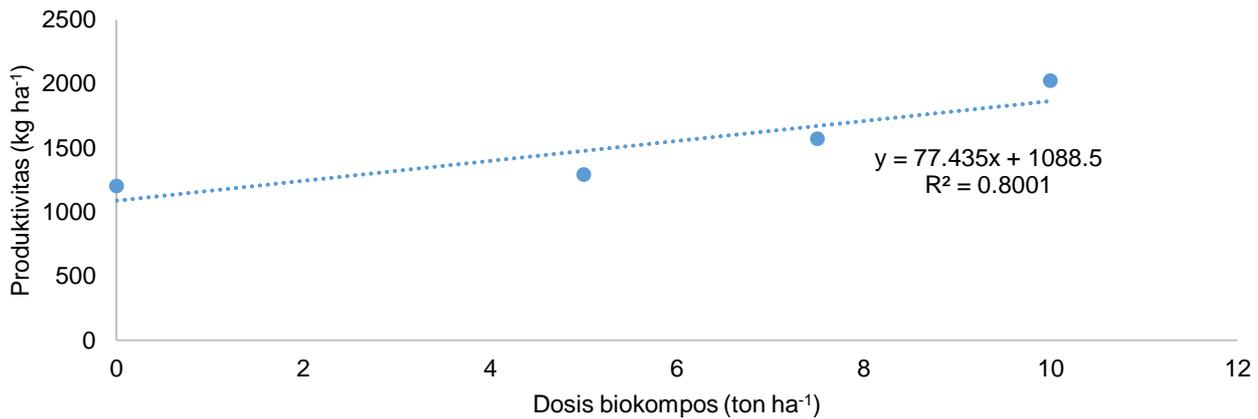
Analisis regresi yang dilakukan menunjukkan hubungan antara penggunaan pupuk biokompos dengan rata-rata produksi kopi Arabika Gayo. Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa dosis pupuk biokompos memiliki nilai R²= 0,80 yang artinya 80% peningkatan produksi kopi Arabika Gayo dipengaruhi oleh peningkatan dosis biokompos. Hal ini menunjukkan hubungan sebab akibat yang sangat kuat antara dosis biokompos dengan produksi tanaman, Hal ini sejalan dengan hasil analisis sidik ragam yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk biokompos secara signifikan meningkatkan produktivitas tanaman (Gambar 3). Rumus regresi linear $y = 77,435x + 1088,5$ yang berarti bahwa setiap peningkatan dosis biokompos sebesar 1 ton dapat meningkatkan hasil sebesar 77,435 kg. Berdasarkan hasil analisis regresi menunjukkan dengan pemupukan biokompos 7,5 ton ha⁻¹ dapat mencapai hasil yang lebih tinggi dari yang diperoleh pada penelitian ini, yaitu 1669,46 kg ha⁻¹,



Gambar 4 Hasil analisis regresi linear pengaruh aplikasi biokompos pada rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo I.



Gambar 5 Hasil analisis regresi kuadratik pengaruh aplikasi biokompos pada rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo II.



Gambar 6 Hasil analisis regresi linear pengaruh aplikasi biokompos pada rata-rata produktivitas kopi Arabika Gayo.

sedangkan pemupukan dengan dosis 10 ton ha⁻¹ memperoleh produktivitas yang lebih rendah, yaitu 1862,85 kg ha⁻¹. Berdasarkan hal ini maka dosis optimal adalah dosis tertinggi, yaitu 10 ton ha⁻¹ karena peningkatan dosis pemupukan pada penelitian ini berbanding lurus dengan peningkatan produktivitas kopi Arabika Gayo.

Aplikasi pupuk *biourine* 100 mL *plant*⁻¹ + biokompos 10 ton ha⁻¹ + NPK 100 kg ha⁻¹ (C4) pada tanaman kopi Arabika Gayo memberikan produktivitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan aplikasi pupuk NPK 150 kg ha⁻¹ tanpa *biourine* dan biokompos (C1) karena *biourine* dan biokompos mengandung unsur hara makro dan mikro yang kompleks, mikroorganisme, dan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang tidak tersedia secara utuh pada pupuk NPK. Hasil penelitian Rinekso *et al.* (2011) menunjukkan bahwa fermentasi yang dilakukan selama 15 hari pada urine sapi Jatibarang mengandung unsur hara C-organik 4,49%, N 0,7%, P 0,16%, K 0,62%, dan C/N 6,41, sejalan dengan penelitian Hadisuwito (2012) yang menyatakan bahwa urine sapi mengandung unsur N 0,52%, P 0,01%, dan K 0,56%. Selain itu, Huda (2013) menyatakan bahwa selain mengandung unsur hara, dalam *biourine* terdapat zat pengatur tumbuh dan senyawa penolak serangan serangga dan hama tanaman. Urine sapi juga mengandung zat pengatur tumbuh, seperti auksin (Pangaribuan *et al.* 2017). Kandungan unsur hara dan ZPT auksin pada *biourine* berperan secara optimal pada pertumbuhan vegetatif tanaman dan pembentukan jaringan meristem pada perakaran tanaman sehingga mampu menyerap unsur hara secara optimal untuk mendukung peningkatan produktivitas.

Biokompos kulit kopi mengandung unsur hara yang tergolong tinggi sehingga dapat mendukung secara langsung peningkatan produktivitas kopi Arabika Gayo. Penelitian Novita *et al.* (2018) tentang kandungan hara makro limbah kulit kopi menunjukkan bahwa kompos kulit kopi basah dan campuran mengandung sebesar 3,22% N, 1,09% P, dan 1,76% K. Ramli (2013) menunjukkan bahwa kompos kulit kopi mengandung kadar C-organik 80%, N 4,73%, P 0,21%, dan K 2,89%, serta mengandung unsur hara mikro Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, dan Zn. Kandungan unsur hara makro yang tinggi

mampu memenuhi kebutuhan hara tanaman selama proses pertumbuhan dan produksi tanaman.

Ketersediaan unsur hara mikro dan mikroorganisme pada biokompos kopi merupakan salah satu faktor pendukung produktivitas tanaman kopi Arabika Gayo. Unsur mikro yang tersedia dalam biokompos merupakan unsur mikro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang kecil, tetapi wajib tersedia selama proses pertumbuhan dan produksi tanaman. Kekurangan atau kelebihan unsur hara mikro esensial berpengaruh besar pada penurunan atau peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Unsur hara mikro Mn, Fe, Zn, dan Cu berperan aktif pada proses pembentukan protein, karbohidrat, dan lemak, merangsang pembentukan biji, merangsang pembentukan hormon tumbuh (auksin), dan resistensi terhadap organisme pengganggu tanaman. Unsur-unsur hara mikro yang terkandung dalam biokompos merupakan unsur hara yang memiliki peranan penting dalam proses produksi tanaman kopi Arabika Gayo.

Zn merupakan unsur hara mikro esensial dengan peran utama sebagai molekul pembantu enzim dalam transformasi biokimia untuk pembentukan asam nukleat, sintesis protein, dan pembelahan sel-sel jaringan meristem tanaman. Selain itu, Zn dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (Sarwar 2011; Gogi *et al.* 2012). Unsur Cu berperan dalam sistem transportasi elektron hasil fotosintesis, metabolisme protein dan karbohidrat, dan fiksasi nitrogen dalam proses fisiologi (Sutiyoso 2006).

Hasil analisis tanah menunjukkan pH tanah yang tergolong rendah, yaitu 4,78–5,39 sehingga dapat memperlambat penyerapan hara tanaman dari dalam tanah. Aplikasi *biourine* dan biokompos dengan kandungan mikroorganisme dapat mempercepat pelarutan unsur hara sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Kandungan mikroorganisme berperan sebagai pengurai bahan organik dan pelarut unsur hara yang tersedia dalam tanah setelah diaplikasikan. Isnaini (2006) menyatakan bahwa pelepasan unsur hara pupuk organik berbeda dari pupuk kimia, pelepasan unsur hara organik akan semakin baik apabila dibantu dengan aktivitas mikroorganisme.

Letskona *et al.* (2013) menyatakan bahwa mikro-organisme mampu mempercepat ketersediaan unsur hara fosfat melalui pelarutan unsur hara dari bentuk yang belum tersedia bagi tanaman menjadi unsur hara yang tersedia sehingga tanaman tidak kekurangan unsur fosfat yang sangat dibutuhkan pada masa pertumbuhan vegetatif sampai generatif. Ketersediaan unsur hara yang tersedia akibat aktivitas mikro-organisme tanah dapat dimanfaatkan tanaman untuk mengoptimalkan potensi produktivitas.

Konsep integrasi *biourine* dan biokompos diharapkan mampu berperan secara menyeluruh pada pengelolaan budi daya kopi Arabika Gayo dengan peningkatan produktivitas kopi Arabika Gayo secara berkelanjutan, perbaikan kejenuhan, dan degradasi lahan dengan meminimalisir penggunaan pupuk anorganik.

KESIMPULAN

Perlakuan paket pemupukan *biourine* dan biokompos tidak berinteraksi dengan varietas Arabika Gayo I dan Gayo II, tetapi pemupukan *biourine* dan biokompos berpengaruh nyata pada produksi kopi Arabika Gayo. Pemupukan *biourine* 100 mL *plant*⁻¹ + biokompos 10 ton ha⁻¹ + NPK 100 kg ha⁻¹ memberikan hasil terbaik dan mampu meningkatkan produksi tanaman sebesar 41% jika dibandingkan dengan pemupukan NPK 150 kg ha⁻¹ tanpa *biourine* dan biokompos.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Badan Penelitian Pertanian (Balitbangtan) Kementerian Pertanian yang telah mendukung pendanaan penelitian ini melalui program KP4S Badan Litbang Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara AWE, Murdiono, Islami T. 2016. Pengaruh pemberian *biourine* dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(5): 385–391.
- Aribawa IB. 2008. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Organik dan Pupuk Urea Terhadap Sifat Tanah dan Hasil Kacang Panjang di Lahan Kering Pinggiran Perkotaan Denpasar Bali. [internet] [diakses tanggal 31 Maret 2019]. Tersedia pada: www.deptan.go.id.
- Atrisiandy K. 2015. *Pemangkasan Kopi*. Balai Pengkajian Teknologi Sumatera Utara. Medan (ID): BPTP Sumatera Utara.
- Baon JBR, Sukasih, Nurkholis. 2005. Laju dekomposisi dan kualitas kompos limbah padat kopi: pengaruh aktivator dan bahan baku kompos. *Pelita Perkebunan*. 21: 31–42.
- [BPPT] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh. *Deskripsi Kopi Arabika Gayo I dan Gayo II*. Banda Aceh (ID): BPTP Aceh
- Dharmayanti N, Supadma AAN, Arthagama IDM. 2013. Pengaruh pemberian *biourine* dan dosis pupuk anorganik (NPK) terhadap beberapa sifat kimia tanah pegok dan hasil tanaman bayam (*Amaranthus* sp.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2(3): 165–174.
- [Dirjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015–2017, Komoditas Kopi*. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian.
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bener Meriah. 2015. *Data Luas Lahan Kopi dan Jumlah Petani di Kabupaten Bener Meriah*. Redelong (ID): Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bener Meriah.
- Effendi D, Sufardi, Muyassir. 2014. Aplikasi biochar dan kompos kulit kopi untuk meningkatkan hasil kentang pada andisol atau lintang kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 3(2): 452–458.
- Falahudin I, Anita RPR, Leket H. 2016. Pengaruh pupuk organik limbah kulit kopi (*Coffea arabica* L.) terhadap pertumbuhan bibit kopi. *Jurnal Bioilmi*. 2(2): 1–13.
- Gogi MD, Arif JM, Asif M, Zain-ul-Abdin, Bashir MH, Ashad M, Khan MA, Abbas Q, Shahid MR, Anwar A. 2012. Impact of nutrient management schedules on infestation of Bemisia tabaci on yield of non-BT cotton (*Gossypium hirsutum*) under unsprayed condition. *Pakistan Entomologist*. 34(1): 87–92.
- Hadisuwito S. 2012. *Membuat Pupuk Organik Cair*. Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Huda MK. 2013. Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Urine Sapi dengan Aditif Tetes Tebu (*Molasses*) Metode Fermentasi. [Skripsi]. Semarang (ID): Universitas Negeri Semarang.
- Isnaini M. 2006. *Pertanian Organik*. Yogyakarta (ID): Kreasi Wacana.
- Jaya R, Machfud, Ismail M. 2011. Aplikasi Teknik ISM dan ME-MCDM untuk identifikasi posisi pemangku kepentingan dan alternatif kegiatan untuk perbaikan mutu kopi Gayo. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 21(1): 1–8.
- Jaya R, Machfud, Raharja S, Marimin. 2014. Analisis dan mitigasi resiko rantai pasok kopi gayo berkelanjutan dengan pendekatan fuzzy. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 24(1): 61–71.

- Leskona, Linda, Mukarlina. 2013. Pertumbuhan Jagung dengan Pemberian Glamus Agregatum dan Biofertilizer pada Tanah Bekas Penambangan Emas. *Jurnal Protobion*. 2(3): 176–180.
- Novita E, Anis F, Hendra AP. 2018. Pemanfaatan kompos blok limbah kulit kopi sebagai media tanam. *Jurnal Agrotek*. 2(2): 61–72. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v2i2.62>
- Pangaribuan DH, Sarno, Kurniawan MC. 2017. Pengaruh pupuk cair urine sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea mays* L.). *Jurnal Metamorfosa*. 4(2): 202–209. <https://doi.org/10.24843/METAMORFOSA.2017.v04.i02.p11>
- Panggabean E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Putro BP, Walidaini RA, Samudro G, Nugraha WD. 2016. Peningkatan kualitas kompos sampah organik kampus dengan diperkaya pupuk NPK dan urea. Dalam: *Prosiding SNST ke-7*. Semarang (ID): Universitas Wahid Hasyim.
- Ramli. 2013. Pengaruh kompos kulit buah kopi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman petsai pada tanah alluvial. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*. 3(1): 1–13.
- Rinanto H, Azizah N, Santosa M. 2015. Pengaruh Aplikasi Kombinasi *biourine* dengan Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(7): 581–589
- Rinekso K B, Sutrisno E, Sumiyati S. 2011. Studi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Fermentasi Urine Sapi (Ferisa) dengan Variasi Lokasi Peternakan yang Berbeda. *BJM [Internet]*. [diunduh 05 Juli 2020]. Tersedia pada <http://eprints.undip.ac.id/42243/>.
- Sarwar M. 2011. Effects of zinc fertilizer application on the incidence of rice stem borers (*Scirpophaga species*) (Lepidoptera: Pyralidae) in rice (*Oryza sativa* L.) crop. *Journal of Cereals and Oilseeds*. 2(5): 61–65.
- Simajuntak A, Ratna RL, Edison P. 2013. Respon pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap pemberian pupuk NPK dan kompos kulit buah kopi. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3): 2337–6597.
- Sutiyoso Y. 2006. *Hidroponik Ala Yos*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya
- Valentiah FV, Endang L, Sugeng P. 2015. Aplikasi kompos kulit kopi untuk perbaikan sifat kimia dan fisika tanah inceptisol serta meningkatkan produksi brokoli. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(1): 147–154.
- Wati YT, Nurlaelih EE, Santosa M. 2014. Pengaruh Aplikasi Biourin Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(8): 613–619.