

**Pemberian Pupuk Hayati Cair Berformulasi dan NPK Terhadap
Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Medium
Subsoil Ultisol**

**The Study of Liquid Biofertilizer Formulated And NPK Manure Application
on The Growth Of Cacao Seedling (*Theobroma cacao* L.) of Subsoil Ultisol
Medium**

Imran Maruli Tua Sihombing¹, Fifi Puspita², Isnaini²,
Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi,
Fakultas Pertanian Universitas Riau
Kampus Bina Widya km. 12.5 Simpang Baru Pekanbaru (28293)
Email : sihombingimran6@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to know response of interaction between liquid biofertilizer formulated and NPK manure and also to get the best combination treatment on the growth of cacao seedling in subsoil medium of ultisol. The research has been conducted at Experimental Garden of Agriculture Faculty University of Riau from April to September 2017. Using completely randomized design, consisted of two factor with three replication. The first factor was liquid biofertilizer formulated with three level. and the second factor was NPK manure with four level. Data were statistically analyzed using analysis of variance and the means were compared with *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) at level 5%. The result shows that the interaction between biofertilizer formulated and NPK manure increase the growth of cacao seedling in subsoil medium of ultisol. The combination between biofertilizer of palm oil mill waste water formulating 35 ml/seed and 3,75 g/seed gave the best response in increasing plant height, number of leaves and root length of cacao seedling.

Keywords : cacao, biofertilizer, NPK.

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Khususnya sebagai penyedia lapangan kerja dan sumber pendapatan devisa Negara. Tahun 2010 Indonesia menjadi produsen kakao terbesar ke-2 di dunia dengan produksi 844.630 ton, di bawah Negara Pantai Gading dengan produksi 1,38 juta ton (Ditjenbun, 2010).

Faktor pendukung keberhasilan usaha tani tanaman kakao ialah dengan tersedianya bibit yang berkualitas dan mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan di lapangan (Siregar *et al.*, 2002). Faktor yang dapat mempengaruhi produksi tanaman kakao adalah kualitas bibit yang digunakan dan perlakuan yang diberikan selama pertumbuhan kakao (Susanto, 2005).

Media tumbuh tanaman merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan, karena mempengaruhi pertumbuhan dan

perkembangan tanaman untuk mendapatkan hasil yang optimal. Untuk mencapai pertumbuhan bibit kakao yang optimal, bibit kakao membutuhkan tanah yang baik untuk pertumbuhannya, tanah yang memiliki sifat fisik, biologi yang baik sebagai media tanam, namun ketersediaan *top soil* yang subur dan potensial semakin berkurang karena alih fungsi lahan yang digunakan untuk lahan perkebunan, degradasi lahan dan akibat penggunaan tanah *top soil* secara terus menerus (Soeharjdo *et al.*, 1999). Oleh karena itu yang tersisa hanya tanah *subsoil*. Dengan demikian alternatif lain yang dapat dilakukan untuk pemanfaatan lahan marjinal dengan menggunakan tanah *subsoil* sebagai media tanam.

Tanah ultisol tersedia cukup luas di Riau dengan luas 2,27 juta ha dan belum digunakan secara optimal untuk pertanian (Suryana, 2004). Hal tersebut dikarenakan tanah yang kurang subur atau bahkan tidak subur karena kandungan bahan organik dan ketersediaan unsur hara rendah serta sifat tanah yang kurang baik. sehingga jika ingin mendapatkan pertumbuhan bibit kakao yang baik pada tanah *subsoil* maka haruslah dilakukan pembenahan tanah terlebih dahulu. Pembenahan sifat fisik, kimia dan biologi dilakukan agar bibit kakao dapat menyerap unsur hara secara optimal. Pembenahan tanah dapat dilakukan dengan pemberian pupuk hayati berformulasi.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) adalah inokulan berbahan aktif organisme hidup atau laten dalam bentuk cair atau padat yang memiliki kemampuan untuk memobilisasi, memfasilitasi dan meningkatkan ketersediaan hara tidak tersedia

menjadi tersedia melalui proses biologis (Simarmata *et al.*, 2006). Pupuk hayati diproses dengan metode fermentasi menggunakan mikroorganisme yang berguna seperti *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. *Trichoderma* sp. sebagai bioaktivator. Pupuk hayati mengandung hara lengkap yaitu unsur makro (NPK) dan mikro (Ca, Mg, Mn, Fe, Na, B) yang dapat berfungsi sebagai pembenah tanah mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sehingga mengurangi terjadinya pencucian hara, penguapan dan proses penyerapan. *Bacillus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Desenawati, 2006). Hal tersebut dikarenakan *Bacillus* sp. mampu mensintesis *Indole Acetic Acid* (IAA) dan giberelin (Thakuria *et al.*, 2004).

Penggunaan konsorsium *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. haruslah disertai pemberian nutrisi sebagai bahan makanan agar mikroorganisme dapat melakukan aktifitasnya sebagai pembenah tanah dan dapat bertahan lama, sehingga penggunaan pupuk hayati lebih optimal. Penggunaan *Bacillus* sp. formulasi inokulan majemuk yang efektif untuk meningkatkan ketersediaan hara, kesehatan tanah maupun kesehatan tanaman perlu dilakukan (Simarmata *et al.*, 2006). Oleh karena itu perlunya dilakukan formulasi *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. dengan beberapa bahan pembawa seperti limbah cari tahu, limbah cair cucian beras dan limbah cair pabrik kelapa sawit yang mampu menyediakan nutrisi terhadap *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. dengan demikian,

pupuk hayati dapat diformulasikan sebagai pupuk cair .

Pemberian beberapa formulasi *Bacillus* sp. dengan dosis 25 ml berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan jumlah pelepah, lilit batang, volume akar, rasio tajuk akar dan berat kering tanaman kelapa sawit (Hutabarat, 2014). Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman perlu dikombinasikan dengan pupuk anorganik. Pemberian pupuk anorganik ke dalam tanah dapat menambah ketersediaan hara yang cepat bagi tanaman. Salah satu pupuk anorganik yang sering digunakan adalah pupuk NPK. Penggunaan pupuk NPK diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam mengaplikasikan di lapangan dan dapat meningkatkan kandungan unsur hara tanah sehingga dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan dan Laboratorium Produksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Riau Jalan Bina Widya km 12,5 Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan April sampai September 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih Kakao varietas Trinitario F1 dari PPKS Medan, tanah *subsoil* Ultisol, inokulan (*Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp.), air, pupuk NPK, limbah cair pabrik kelapa sawit, limbah cair cucian beras, limbah cair tahu dan insektisida Decis 25 EC.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag* ukuran

25 cm x 30 cm dengan 5 kg tanah, cangkul, gembor, ember, meteran, timbangan digital, alat tulis, *hand sprayer*, parang, ayakan ukuran 25 mesh dan amplop.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, 2 faktor, dimana masing masing faktor memiliki 3 taraf, yaitu faktor pertama pupuk hayati cair berformulasi yang terdiri dari 3 taraf yaitu H1 (Inokulan + 10% Tepung tapioka + limbah cair tahu. 35 ml), H2 (Inokulan + 10% Tepung tapioka + limbah cair cucian beras. 35 ml), H3 (Inokulan + 10% Tepung tapioka + limbah cair pabrik kelapa sawit. 35 ml), Dan faktor kedua adalah pupuk NPK terdiri dari 3 taraf yaitu P0 (Tanpa NPK), P1 (NPK dosis 3,75 g/tanaman (¼ dosis anjuran)), P2 (NPK dosis 7,5 g/tanaman (½ dosis anjuran)), P3 (NPK dosis 15 g/tanaman (dosis anjuran)). Dengan demikian penelitian ini terdiri dari 12 kombinasi perlakuan dan diulang 3 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 3 tanaman. 2 tanaman dijadikan sampel dan 1 dijadikan cadangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Bibit (cm)

Hasil pengamatan tinggi bibit setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan pupuk NPK berpengaruh nyata. Perbandingan rata-rata tinggi bibit kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa tinggi bibit pada kombinasi pupuk

hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit berbeda nyata dengan kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit, kombinasi pupuk hayati limbah cair cucian beras berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit, 3,75 g/bibit dan kombinasi pupuk hayati limbah cair berformulasi tahu dan NPK dosis 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit. Hal ini diduga karena jumlah koloni konsorsium *Trichoderma* sp dan *Bacillus* sp. yang terdapat pada pupuk hayati cair berformulasi pada limbah cair tahu dan limbah cair pabrik kelapa sawit membantu memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah oleh karena itu pupuk NPK juga mudah diserap oleh tanaman, sehingga terjadinya interaksi antara pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan N.

Tersedianya N dalam tanah dapat membantu pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lingga dan Marsono (2013) bahwa unsur hara nitrogen merupakan komponen penyusun asam amino, protein dan pembentukan protoplasma sel yang dapat berfungsi dalam merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Fosfor berperan terhadap pembelahan sel pada titik tumbuh yang berpengaruh pada tinggi tanaman.

Kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit cenderung memberikan hasil tinggi bibit yang tertinggi yaitu 37,50 cm. Pertambahan tinggi bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan pupuk NPK sudah memenuhi standar tinggi bibit tanaman kakao. Pada bibit tanaman kakao umur 3-6 bulan yaitu 20 cm

(Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian, 2010). Hal ini diduga karena kandungan unsur hara yang terdapat pada kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit telah mencukupi untuk pertumbuhan tinggi bibit tanaman kakao.

Kombinasi pupuk hayati limbah cair tahu dan limbah cair pabrik kelapa sawit terformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit berbeda tidak nyata dengan pemberian NPK dosis 3,75 g/bibit. Pada perlakuan tanpa NPK telah dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao dikarenakan pada perlakuan pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dan pupuk hayati limbah cair pabrikkelapa sawit berformulasi memiliki menjadi optimal. Ketersediaan unsur hara bagi bibit akan berpengaruh pada pertumbuhan bibit termasuk pertambahan tinggi bibit. Akumulasi kandungan N, P, K yang lebih tinggi dan jumlah koloni *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. yang lebih banyak dari pupuk hayati limbah cair beras berformulasi. Bakteri *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. yang menjadi bioaktivator pada formulasi pupuk hayati mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan mensintesis hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) yang membantu merangsang pertumbuhan akar (Thakuria *et al.*, 2004). Perkembangan akar yang baik menyebabkan penyerapan unsur hara menjadi optimal. Ketersediaan unsur hara bagi bibit akan berpengaruh pada pertumbuhan bibit termasuk pertambahan tinggi bibit.

Tabel 1. Rata-rata tinggi bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan NPK

Pupuk hayati (35ml)	Dosis NPK (g)				Rata-rata
	0	3,75	7,5	15	
cm.....				33,00
Limbah cair tahu	35,66 abcd	36,33 abc	30,00 d	30,00 d	
Limbah cair cucian beras	29,83 d	30,50 c	32,66 abcd	32,50 abcd	31,37
Limbah cair pabrik kelapa sawit	37,16 ab	37,50 a	31,67 bcd	31,16 bcd	34,37
Rata-rata	34,22 ab	34,77 a	31,27 b	31,22 b	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Jumlah koloni bakteri yang berada pada rhizosfer akan mempengaruhi penyerapan unsur hara di dalam tanah, hal ini disebabkan oleh aktivitas organisme perombak bahan organik seperti bakteri mendukung keberlangsungan proses siklus hara dalam tanah (Saraswati *et al.*, 2007). Pupuk hayati dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao karena pupuk hayati mengandung mikroorganisme perombak bahan organik. Mikroorganisme dalam pupuk hayati dapat membantu mengikat unsur nitrogen (N), menguraikan senyawa fosfat (P) dan kalium (K) sehingga unsur hara tersedia bagi pertumbuhan tanaman (Sumihar, 2012).

Lingkar Batang (cm)

Hasil pengamatan lingkar batang setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan pupuk NPK berpengaruh tidak nyata terhadap lingkar batang bibit kakao. Perbandingan rata-rata lingkar batang bibit kakao dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa lingkar batang pada kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit berbeda nyata dengan kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 15 g/bibit, kombinasi pupuk hayati limbah cair cucian beras berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit, 3,75 g/bibit, 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit serta kombinasi pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dan NPK dosis 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit. Hal ini diduga karena kandungan unsur hara yang dikandung oleh pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi (Lampran 6). Kandungan kalium yang ada dalam formulasi ini diduga sudah dapat mencukupi kebutuhan hara dari bibit kakao. Menurut Hakim *et al.*, (1986). Kalium akan meningkatkan penyerapan unsur hara dan berperan dalam respirasi, transpirasi, kerja enzim dan translokasi karbohidrat. Kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit cenderung memberikan hasil lingkar batang yang terbesar yaitu 2,53 cm. Lingkar

batang bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi tanpa NPK sudah memenuhi standar pertumbuhan kakao. Pada bibit tanaman kakao umur 3-6 bulan yaitu 1,50 cm (Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian 2010). Hal ini karena kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit cenderung mencukupi untuk pertumbuhan lingkaran bibit kakao Tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup menyebabkan kegiatan metabolisme dari tanaman akan meningkat demikian juga akumulasi asimilat pada daerah batang akan meningkat sehingga terjadi pembesaran pada bagian batang.

Lingkar batang bibit kakao yang diberi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit cenderung lebih besar dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga karena pemberian pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi sudah dapat mencukupi suplai unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman.

Peningkatan dosis pupuk NPK pada pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit dan limbah cair tahu berformulasi menunjukkan pertumbuhan lingkaran batang bibit cenderung kurang meningkat, hal ini diduga karena dosis yang diberikan dalam keadaan berlebih sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman dengan baik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Hal ini sesuai dengan pernyataan Salishbury dan Ross (1995) bahwa jika sudah mencapai kondisi yang optimal dalam mencukupi kebutuhan tanaman, walaupun dilakukan peningkatan dosis pupuk tidak akan memberikan peningkatan yang berarti terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

Jumlah Daun (helai)

Hasil pengamatan jumlah daun tanaman setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan pupuk NPK berpengaruh nyata. Perbandingan rata-rata jumlah daun bibit kakao dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Rata-rata lingkaran batang bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan NPK

Pupuk hayati (35ml)	Dosis NPK (g)				Rata-rata
	0	3,75	7,5	15	
cm.....				
Limbah cair tahu	2,48 a	2,31 ab	2,06 bc	2,11 bc	2,24 a
Limbah cair cucian beras	2,16 bc	2,10 bc	1,88 c	2,11 bc	2,06 b
Limbah cair pabrik kelapa sawit	2,53 a	2,48 a	2,35 ab	2,05 bc	2,35 a
Rata-rata	2,39 a	2,30 a	2,10 b	2,09 b	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah daun pada kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit berbeda nyata dengan kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit, kombinasi pupuk hayati limbah cair cucian beras berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit, 3,75 g/bibit 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit serta kombinasi pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit, 7,5 g/bibit dan 15 g/bibit. Hal ini diduga karena Kandungan N dan P pada pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi telah mencukupi kebutuhan hara pada bibit kakao. Selain itu peran mikroba yang terkandung dalam pupuk cair membantu penyerapan hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Hakim *et al.*, (1986) Kandungan unsur hara N dan P pada tanah yang tersedia bagi tanaman sangat mempengaruhi pembentukan daun tanaman. Kedua unsur ini berperan dalam pembentukan sel-sel baru dan komponen utama penyusun senyawa organik dalam tanaman seperti asam amino, asam nukleat, klorofil, ADP dan ATP.

Pemberian pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit menghasilkan jumlah daun terbanyak yaitu 22,00 helai. Jumlah daun bibit tanaman kakao dengan pemberian pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit sudah memenuhi standar jumlah daun bibit tanaman kakao. Pada bibit tanaman kakao umur 3-6 bulan yaitu 10 helai (Direktorat Jenderal Perkebunan Depertemen Pertanian (2010). Hal ini karena kandungan unsur hara

yang terdapat pada pemberian pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit cenderung mencukupi untuk pertumbuhan jumlah daun bibit tanaman kakao. Semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan maka klorofil semakin tersedia dan fotosintesis semakin besar. Fungsi daun sebagai organ fotosintesis akan berjalan dengan baik sehingga fotosintat yang dihasilkan cukup dan dapat menyebabkan terbentuknya daun-daun baru pada tanaman.

Peningkatan laju fotosintesis akan meningkatkan produksi asimilat-asimilat yang dihasilkan. Pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman ditandai dengan peningkatan jumlah daun. Prawiranata *et al.*, (1981) menyatakan bahwa peningkatan laju fotosintesis akan diiringi dengan peningkatan jumlah daun, karena apabila jumlah daun sedikit fotosintesis akan berjalan lambat dan sebaliknya. Nyakpa *et al.*, (1988) menyatakan bahwa metabolisme akan terganggu jika tanaman kekurangan unsur Nitrogen dan Fosfor yang menyebabkan terhambatnya proses pembentukan daun.

4.4. Panjang Akar (cm)

Hasil pengamatan panjang akar tanaman setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan pupuk NPK berpengaruh nyata. Perbandingan rata-rata panjang akar bibit kakao dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa panjang akar pada kombinasi pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dengan dan NPK dosis 7,5 g/bibit berbeda nyata dengan kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan NPK

Pupuk hayati (35ml)	Dosis NPK (g)				Rata-rata
	0	3,75	7,5	15	
.....helai.....					
Limbah cair tahu	20,16 ab	16,50 bc	17,16 bc	17,83 bc	17,91 ab
Limbah cair cucian beras	17,00 bc	14,66 c	16,16 bc	16,33 bc	16,04 b
Limbah cair pabrik kelapa sawit	21,66 a	22,00 a	16,50 cd	15,16 d	18,83 a
Rata-rata	19,61 a	17,72 ab	16,61 b	16,44 b	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit dan 15 g/bibit serta kombinasi pupuk hayati limbah cair cucian beras berformulasi dan NPK dosis 7,5 g/bibit, 15 g/bibit /bibit.

Pemberian pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dengan dan NPK dosis 7,5 g/bibit cenderung memberikan panjang akar yang terpanjang yaitu 48,50 cm. hal ini diduga karena kandungan N pada pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan limbah lainnya yaitu 2051 ppm sehingga pertumbuhan akar lebih panjang. Hal ini sesuai dengan Lakitan (2010) yang mengatakan bahwa unsur hara N yang diserap oleh tanaman berperan dalam menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman seperti akar.

Pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dan pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi memiliki jumlah koloni *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. yang lebih banyak dari perlakuan lain sehingga pertumbuhan akar menjadi lebih baik dalam pemanjangan akar. Hal ini sesuai

dengan pernyataan Thakuria *et al.*, (2004) Bakteri *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. yang menjadi bioaktivator pada formulasi pupuk hayati mampu memacu pertumbuhan anaman dengan mensintesis hormon *Indole acetic acid* (IAA) yang membantu merangsang pertumbuhan akar.

Perkembangan akar yang baik menyebabkan penyerapan unsur hara menjadi optimal. Menurut Eliza (2004) dan Sutariati (2006) bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang berhasil diisolasi dari perakaran tanaman mempunyai kemampuan sebagai antagonis, penghasil hormon pertumbuhan, pelarut fosfat dan penambat nitrogen. Kemampuan tersebut dapat membantu pertumbuhan bibit kelapa sawit, karena ketersediaan unsur hara berperan dalam pembentukan bagian vegetatif bibit termasuk pertambahan tinggi. Puspita *et al.*, (2013) menambahkan bahwa kandungan hormon IAA yang mampu dihasilkan oleh *Bacillus* sp. yaitu 31,598 ppm serta berdasarkan penelitian Ahmad dan Khan (2005) yang mengisolasi bakteri tanah dari genus *Pseudomonas* memperoleh

Tabel 4. Rata-rata panjang akar bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan NPK

Pupuk hayati (35ml)	Dosis NPK (g)				Rata-rata
	0	3,75	7,5	15	
cm.....				
Limbah cair tahu	38,00 abc	41,66 abc	48,50 a	45,16 ab	43,08 a
Limbah cair cucian beras	47,16 a	47,50 abc	30,66 c	34,66 bc	37,02 ab
Limbah cair pabrik kelapa sawit	34,16 bc	41,83 abc	45,16 ab	34,16 bc	35,20 b
Rata-rata	38,94 ab	41,50 a	39,88 a	33,66 b	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%..

konsentrasi IAA yang cukup tinggi yaitu mencapai 32,3 ppm setelah diinkubasi selama 5 hari. Hormon yang dihasilkan ini dapat memacu pertumbuhan bibit secara keseluruhan sehingga bibit yang diberi bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. umumnya memiliki pertumbuhan yang lebih baik.

Hasil analisis pada pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit dan limbah cair tahu terformulasi menunjukkan kandungan unsur hara N, P dan K yang lebih tinggi dari formulasi lainnya, sehingga proses metabolisme dari tanaman akan meningkat, dengan demikian akumulasi asimilat pada akar akan meningkat sehingga terjadi pemanjangan pada akar. Ketersediaan unsur hara pada formulasi pupuk hayati dipengaruhi oleh aktivitas *Bacillus* sp dan *Trichoderma* sp. Menurut Sumihar (2012) mikroorganisme seperti bakteri merupakan aktivator biologis terhadap penyediaan unsur hara bagi tanaman, bakteri dapat membuat unsur yang terdapat dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman.

4.5. Volume Akar (ml)

Hasil pengamatan volume akar tanaman setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan pupuk NPK berpengaruh tidak nyata. Perbandingan rata-rata volume akar bibit kakao dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa volume akar pada kombinasi pupuk hayati cair berformulasi dan NPK berpengaruh tidak nyata terhadap volume akar. Pemberian pupuk hayati cair berformulasi limbah cair cucian beras dan NPK dosis 0 g/bibit cenderung memberikan hasil yang tertinggi yaitu 5,50 ml tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Adanya mikroorganisme di dalam tanah menyebabkan kondisi fisik dan biologis tanah menjadi lebih baik. Akar dapat menyerap air dan udara dengan lebih mudah karena mikroorganisme di dalam tanah telah mengubah partikel-partikel padat tanah menjadi mikroagregat. Menurut Abbasniyazare *et al.*, (2012). Pupuk hayati secara alami mengaktifkan mikroorganisme yang berada di dalam tanah dan mengembalikan

Tabel 5. Rata-rata volume akar bibit kakao dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan NPK

Pupuk hayati (35ml)	Dosis NPK (g)				Rata-rata
	0	3,75	7,5	15	
ml.....				
Limbah cair tahu	4,00 a	4,33 a	3,50 a	3,16a	3,70 a
Limbah cair cucian beras	5,50 a	3,50 a	3,50 a	3,50 a	4,00 a
Limbah cair pabrik kelapa sawit	3,00 a	5,00 a	3,33 a	3,16 a	3,62 a
Rata-rata	4,21 a	4,27 a	3,44 a	3,27 a	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

kesuburan tanah, melindungi tanah dari kekeringan dan penyakit tanah serta merangsang pertumbuhan tanaman.

Menurut Rao (1994) di dalam tanah mikroorganisme yang mempunyai kemampuan melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg, sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, yaitu bakteri *Bacillus* sp dan *Trichoderma* sp. Unsur P berperan dalam membentuk sistem perakaran yang baik. Ketersediaan unsur P bagi tanaman sangat bergantung pada aktivitas mikroba dalam proses mineralisasinya. Hasil mineralisasi segera bersenyawa dengan bagian-bagian anorganik membentuk senyawa sukar larut. Enzim yang dihasilkan mikroba tanah dapat melepaskan P dari persenyawaan sukar larut, sehingga unsur P dapat tersedia bagi tanaman.

Menurut Lugtenberg dan Kravchenko (1999) mikroba tanah akan berkumpul di dekat perakaran tanaman (*rhizosfer*) yang menghasilkan eksudat akar dan serpihan tudung akar sebagai sumber makanan mikroba tanah. Mikroorganisme seperti bakteri dan jamur merupakan aktivator biologis

terhadap penyediaan unsur hara bagi tanaman, bakteri *Bacillus*. sp dan jamur *Trichoderma* sp dapat

menjadikan unsur yang terdapat dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman. Bila populasi mikroba di sekitar *rhizosfer* didominasi oleh mikroba yang menguntungkan tanaman, maka tanaman akan memperoleh manfaat yang besar dengan hadirnya mikroba tersebut.

Volume akar mencerminkan kemampuan dalam penyerapan unsur hara serta metabolisme yang terjadi pada tanaman. Sebagian besar unsur hara yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan tanah melalui akar, kecuali unsur C dan O yang diserap melalui udara ke daun. Beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan akar diantaranya ketersediaan unsur hara, sistem perakaran tanaman yang dipengaruhi oleh kondisi tanah atau media tumbuh tanaman (Lakitan, 2010).

4.6. Rasio Tajuk dan Akar

Hasil pengamatan rasio tajuk dan akar tanaman setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan pupuk NPK

berpengaruh tidak nyata. Perbandingan rata-rata rasio tajuk dan akar bibit kakao dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan bahwa rasio tajuk dan akar pada kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 15 g/bibit berbeda nyata dengan kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 3,75 g/bibit dan 7,5 g/bibit, kombinasi pupuk hayati limbah cair cucian beras berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit dan 15 g/bibit serta kombinasi pupuk hayati limbah cair tahu berformulasi dan NPK dosis 0 g/bibit, 3,75 g/bibit, 7,5 g/bibit, 15 g/bibit. Kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dan NPK dosis 15 g/bibit mampu memberikan hasil yang tertinggi terhadap rasio tajuk dan akar yaitu 5,51

dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dengan limbah cucian beras dan NPK dosis 0 g/bibit yaitu 2,21. Hal ini dikarenakan tanaman mengalami kecenderungan peningkatan pada bagian tajuk tanaman karena pertumbuhan akar

terjadi hanya sebatas untuk menyerap unsur hara dan translokasi fotosintat diarahkan ke tajuk tanaman yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan tajuk tanaman.

Jumin (2002) menyatakan bahwa pesatnya pertumbuhan vegetatif tanaman tidak terlepas dari ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Ketersediaan unsur hara akan menentukan produksi berat kering tanaman yang merupakan hasil dari tiga proses yaitu proses penumpukan asimilat melalui proses fotosintesis, respirasi dan akumulasi senyawa organik. Berat kering merupakan akumulasi senyawa organik yang dihasilkan oleh sintesis senyawa organik terutama air dan karbohidrat yang tergantung pada laju fotosintesis tanaman tersebut, sedangkan fotosintesis dipengaruhi oleh kecepatan penyerapan unsur hara di dalam tanaman melalui akar (Lakitan, 2010). Nyakpa, *et al.*, (1988) menambahkan bahwa pertumbuhan tanaman dicirikan dengan pertambahan berat kering tanaman. Ketersediaan hara yang optimal bagi tanaman akan diikuti peningkatan aktifitas fotosintesis yang menghasilkan asimilat yang mendukung berat kering tanaman.

Tabel 6. Rata-rata rasio dan tajuk akar dengan pemberian pupuk hayati cair berformulasi dan NPK

Pupuk hayati (35ml)	Dosis NPK (g)				Rata-rata
	0	3,75	7,5	15	
Limbah cair tahu	3,10 bc	3,30 bc	3,03 bc	3,40 bc	3,18 b
Limbah cucian beras	2,21 c	4,29 ab	3,75 abc	2,93 bc	3,30 ab
Limbah cair pabrik kelapa sawit	3,77 abc	3,58 bc	3,37 bc	5,51 a	4,06 a
Rata-rata	3,03 a	3,69 a	3,38 a	3,94 a	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Peningkatan berat akar yang tidak diikuti dengan peningkatan berat tajuk menyebabkan berat rasio tajuk dan akar tidak signifikan. Menurut Gardner *et al.*, (1991), perbandingan atau rasio tajuk dan akar mempunyai pengertian bahwa pertumbuhan satu bagian tanaman diikuti dengan pertumbuhan tanaman lainnya dan berat akar tinggi akan diikuti dengan peningkatan berat tajuk. Rasio tajuk dan akar selain dikendalikan secara genetik, juga dipengaruhi oleh lingkungan yang kuat. Akar adalah yang pertama mencapai air, N dan faktor-faktor tanah lainnya..

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kombinasi pupuk hayati cair berformulasi dan NPK yang berinteraksi dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.
2. Kombinasi pupuk hayati limbah cair pabrik kelapa sawit berformulasi dosis 35 ml/bibit dan NPK dosis 3,75 g/bibit memberikan hasil yang terbaik dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan panjang akar bibit kakao.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F.L. dan M.S. Khan. 2005. **Indole Acetic Acid Production by the Indigenous Isolates of *Azotobacter* and Fluorescent *Pseudomonas* in The Presence and Absence Of Tryptofan.** Turkey. J Biol. 29: 29- 34.

Abbasniayzare, s. k., Sharam, S. dan Muhammad N.P.D. 2012. **Effect of biofertilizer application on growth parameters of *spathiphyllum* illusion.** American-Eurasian J. Agrric & Environ. Sci., 12(5): 669-673.

Desnawati. 2006. **Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Prospek yang Menjanjikan dalam Berusaha Tani Tanaman Hortikultura.** Direktorat Pelindungan Tanaman Hortikultura. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian. 2010. **Pedoman Umum Penyediaan Bibit Kakao.** Jakarta.

Eliza. 2004. **Pengendalian layu fusarium pada pisang dengan bakteri perakaran gramineae.** Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Gardner, F. P., R. B. Pear dan F. L. Mitaheel. 1991. **Fisiologi Tanaman Budidaya.** Terjemahan Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Hakim, N., M. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, G. H. B. Hang, H dan H. Bailey. 1986. **Dasar-dasar Ilmu Tanah.** Universitas Lampung. Lampung.

- Hutabarat, R., F. Puspita, M. A. Khoiri. 2014. **Uji formulasi pupuk organik cair berbahan aktif *Bacillus* sp. pada pembibitan utama kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq).** JOM FAPERTA Vol. 1 (2) : 1-13.
- Lakitan, B. 2010. **Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan.** Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lingga, P. dan Marsono. 2013. **Petunjuk Penggunaan Pupuk.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lugtenberg, B. J. J. dan L. V. Kravchenko. 1999. **Tomato seed and root exudate sugars: composition, utilization by *Pseudomonas* biocontrol strains and role in rhizosphere colonization.** Environmental Microbiology. Vol 1 (5) : 439-446.
- Nyakpa, Y. M., A. M. Lubis, M. A. Pulung, A. G. Amrah, A. Munawar, G. B. Hong, N. Hakim. 1988. **Kesuburan Tanah.** Universitas Lampung. Lampung.
- Puspita, F., D. Zul, F. Restuhadi, 2013. **Formulasi *Bacillus* sp. sebagai antimikroba dan pupuk organik.** Di dalam Prosiding Seminar Nasional Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia. 19-20 Maret 2013. Pontianak.
- Prawiranata, W, S. Harran dan P. Tjandronegoro. 1995. **Dasar – Dasar Fisiologi Tumbuhan II.** Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Rao, N.S. 1994. **Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman.** Edisi Kedua: UI-Press. Jakarta.
- Salisbury, F. B., C. W. Ross. 1995. **Fisiologi Tumbuhan.** Diterjemahkan oleh Diah. R. Lukmana. ITB. Bandung.
- Saraswati, R., D. Ratih, Hastuti, E. Yuniarti, J. Purwani, dan Elsanti. 2007. **Pengembangan Teknologi Mikrobiologi Tanah Multiguna Untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Produktivitas Lahan Pertanian.** Laporan Akhir Tahunan. (Tidak dipublikasikan).
- Siregar, T. H. S., S. Riyadi dan L. Nuraeni. 2002. **Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Coklat.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Simarmata. T., Benny J., dan Nana D. 2012. **Peranan Penelitian dan Pengembangan Pertanian pada Industri Pupuk Hayati (Biofertilizer).** Prosiding Seminar Nasional. Bogor, 29-30 Juni 2012

- Soehardjo, H., H. H. Harahap, dan N. D. Hasibuan. 1999. **Vademecum Tanaman Kakao**. PP. Perkebunan Nusantara IV. Sumatera Utara.
- Susanto, 2005. **Tanaman Kakao (Budidaya dan Pengolahan Hasil)**. Kanisius. Yogyakarta.
- Sumihar, S.T.T. 2012. **Pengaruh pupuk hayati dan kompos tandan kosong sawit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan awal**. Laporan Hasil Penelitian lembaga penelitian universitas HKBP Nommensen. Medan.
- Suryana, A. 2004. **Rice research in Indonesia: Present approach and future direction**. In B. Saeful and Sunihardi (Eds.) **Food Security and Prosperity Through Rice**. Indonesian Center for Food Crops Research and Development, Indonesian Agency for Agricultural Research and Development. Bogor.
- Thakuria, D., N. C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R. C. Boro and M.R. Khan. 2004. **Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of ricegrown inacidic soils of Assam**. Journal Current Science Vol 86 (7) : 978-985.