

## JURNAL ECOSOLUM

Volume 13 Issue 1, Juni 2024. P-ISSN: 2252-7923, E-ISSN: 2654-430X

### Kompetisi Akar Kakao dan Langsung Dalam Serapan Nitrogen Pada Sistem Agroforestri Sederhana: Evaluasi Setahun Setelah Aplikasi Pupuk

*Competition of Cacao and Langsung Roots In Nitrogen Uptake Under Simple Agroforestry System: A Year After Fertilizer Application*

Bhernika Bunga Beby Narthim<sup>1</sup>, Sikstus Gusli<sup>1\*</sup>, Sartika Laban<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar

\*Corresponding author: [sikstusgusli@unhas.ac.id](mailto:sikstusgusli@unhas.ac.id)

#### ABSTRAK

Sistem agroforestri di Dusun Lemo Baru Kabupaten Polewali Mandar memerlukan perhatian khusus mengenai persaingan antar tanaman terhadap serapan hara dan pertumbuhan akar. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon akar dan serapan hara kakao dan langsung terhadap dosis nitrogen yang berbeda. Pada kebun agroforestri dilakukan pemupukan nitrogen dengan empat dosis yaitu perlakuan kontrol; pemupukan Urea dosis 354 g pohon<sup>-1</sup>; Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup>; dan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> + Urea 190 g pohon<sup>-1</sup> diletakkan di *ingrowth hole* diantara pohon kakao dan langsung. Setelah setahun pemupukan dilakukan pengambilan sampel tanah, akar dan daun. Sampel tanah dan daun dianalisis serapan hara, analisis keragaman dan *Independent Sampel T-Tes(2-tailed)* dengan taraf kepercayaan 5%. Sampel akar dilakukan perhitungan panjang akar menggunakan software ImageJ, kerapatan panjang akar dan panjang akar spesifik. Hasil penelitian menunjukkan nilai SRL langsung tertinggi pada perlakuan kontrol dan nilai RLD tertinggi pada Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup>. Aplikasi pupuk berpengaruh nyata terhadap SRL kakao dan tidak memberikan pengaruh terhadap RLD. Perlakuan kontrol berbeda nyata dengan pemupukan Urea dengan dosis 354 g pohon<sup>-1</sup>, Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> dan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> + Urea 190 g pohon<sup>-1</sup>. Pemupukan Urea 354 g pohon<sup>-1</sup> berbeda nyata dengan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> + Urea 190 g pohon<sup>-1</sup>. Nilai tertinggi RLD terdapat pada perlakuan Urea 354 g pohon<sup>-1</sup>. Serapan hara jaringan langsung dan kakao tertinggi pada pemupukan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> + Urea 190 g pohon<sup>-1</sup>. Akar langsung mampu menyerap hara lebih banyak dibandingkan dengan akar kakao.

Kata kunci: kakao; kompetisi akar; langsung; serapan nitrogen; sistem agroforestri sederhana.

#### ABSTRACT

A simple agroforestry system for cacao and langsung at Lemo Baru Village Polewali Mandar district requires special attention regarding competition between plants nutrient uptake and root growth. This research aimed to investigated the response of roots and nutrient uptake of cocoa and langsung to different doses of nitrogen. In cocoa and langsung agroforestry gardens, four different doses of nitrogen were applied: control treatment; Urea fertilization dose of 354 g tree<sup>-1</sup>; Phonska Plus 500 g tree<sup>-1</sup>; and Phonska Plus 500 g tree<sup>-1</sup> + Urea 190 g tree<sup>-1</sup> placed in *ingrowth holes* between cacao and langsung trees. After a year of fertilization, soil, root and leaf samples were taken. Soil and leaf samples were analyzed for nutrient uptake, analysis of

variance and Independent Sampel T-Tes(2-tailed) with a confidence level of 5%. For root samples, root length (RL) calculations were carried out using imageJ software, root length density (RLD), and specific root length. The results showed the highest direct SRL value was in control treatment and the highest RLD value was in Phonska Plus 500 g tree<sup>-1</sup>. Fertilizer application has a significant effect on cocoa SRL and doesn't have a significantly different effect on RLD. The control treatment was significantly different with Urea fertilization at a dose of 345 g tree<sup>-1</sup>, Phonska Plus 500 g tree<sup>-1</sup>, and Phonska Plus 500 g + Urea 190 g tree<sup>-1</sup>, RLD highest value was found in the Urea treatment of 345 g tree<sup>-1</sup>. The highest uptake of nitrogens for direct and cocoa tissues was in Phonska Plus 500 g + Urea 190 g tree<sup>-1</sup> both of these values had significant differences between nutrient uptake of direct and cocoa tissues. Direct roots are able to absorb nutrient more than cocoa roots.

**Keyword:** cocoa; root competition; direct; nitrogen uptake; simple agroforestry system.

---

## 1. PENDAHULUAN

Agroforestri merupakan sistem pertanaman yang ekologiannya menyerupai dengan ekologi hutan. Sistem ini masuk ke dalam sasaran utama pertanian berkelanjutan dikarenakan diharapkan dapat memiliki hasil produksi yang stabil dengan kembalinya hara yang diambil oleh tanaman dalam bentuk serasah yang kemudian akan kembali menjadi bahan organik di tanah (Sumilia *et al.*, 2019). Di Dusun Lemo Baru, Desa Kuajang, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, perkebunan kakao dan langsung rakyat penggunaan sistem lahan yang digunakan adalah agroforestri sederhana dan juga monokultur yang dikelola secara tradisional (Riyami, 2018). Sistem agroforestri ini memerlukan perhatian khusus mengenai kerapatan jenis tanaman dan kerapatan kanopi tanaman, dikarenakan dapat menciptakan persaingan antar tanaman terhadap serapan hara dan juga terhambatnya proses fotosintesis (Sumilia *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian pengamatan kerapatan panjang akar menunjukkan bahwa persaingan interspesifik mengurangi kerapatan panjang akar, seperti jarak tanam yang dekat antara pohon akan mengurangi panjang akar karena berkurangnya kemampuan akar untuk bersaing memperebutkan sumber daya (Wang *et al.*, 2014). Penambahan unsur hara seperti pemupukan diperlukan untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan yang optimal bagi tanaman juga untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Hakim *et al.*, 2019). Salah satu unsur hara yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman, pembentukan klorofil dan meningkatkan massa akar adalah nitrogen (Lea and Azevedo, 2006).

Nitrogen merupakan hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman yang memiliki sifat mobile, yaitu keberadaannya mudah hilang dikarenakan oleh penyerapan tanaman ataupun dengan adanya pencucian (LeBauer and Treseder, 2008; Glass, 2003). Besarnya kebutuhan nitrogen tanah menyebabkan ketersediaan nitrogen tanah harus dalam jumlah yang cukup

(Thesya, 2021). Efisiensi pemupukan merupakan hal yang penting mengingat besarnya tingkat kehilangan nitrogen yang tinggi (Saraswati, 2010). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keefektifan penyerapan unsur hara oleh tanaman diantaranya cara pengaplikasian dan dosis pupuk.

Pemupukan yang disarankan untuk kakao oleh Gusli (2013) yaitu 500 g Phonska dicampur 190 g Urea untuk mencukupi kebutuhan hara tanaman kakao. Sedangkan untuk rekomendasi pemupukan tanaman langsung berdasarkan percobaan pemodelan regresi kuadratik yang dilakukan Hernita *et al.* (2012) pada penelitiannya, pada lokasi dengan status hara rendah kebutuhan N, P, dan K maksimum yang dibutuhkan oleh tanaman langsung yakni sebesar yaitu 588 g N, 1.393 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 1.210 g K<sub>2</sub>O tanaman<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh Asmi (2021), pemberian pupuk yang telah diaplikasikan selama tiga bulan tidak menunjukkan adanya kompetisi terhadap pertumbuhan akar tanaman langsung dan kakao. Tidak terdapat indikasi yang jelas perbedaan kerapatan panjang akar dan panjang akar spesifik kedua tanaman ini, sebagai respon atas aplikasi pupuk dengan dosis setara dengan yang biasa diaplikasikan di lapangan.

Namun, Hernita *et al.* (2012) pada penelitiannya yang juga mengaplikasikan pupuk N dengan dosis 0-1.600 g tanaman<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> pada tanaman langsung menyatakan bahwa pengaplikasian pupuk pada bulan pertama hingga ketiga belum menunjukkan pertambahan kandungan N dengan nyata akan tetapi pupuk yang diberikan pada tanaman tahunan memberikan respon positif pada tahun berikutnya atau beberapa tahun setelahnya.

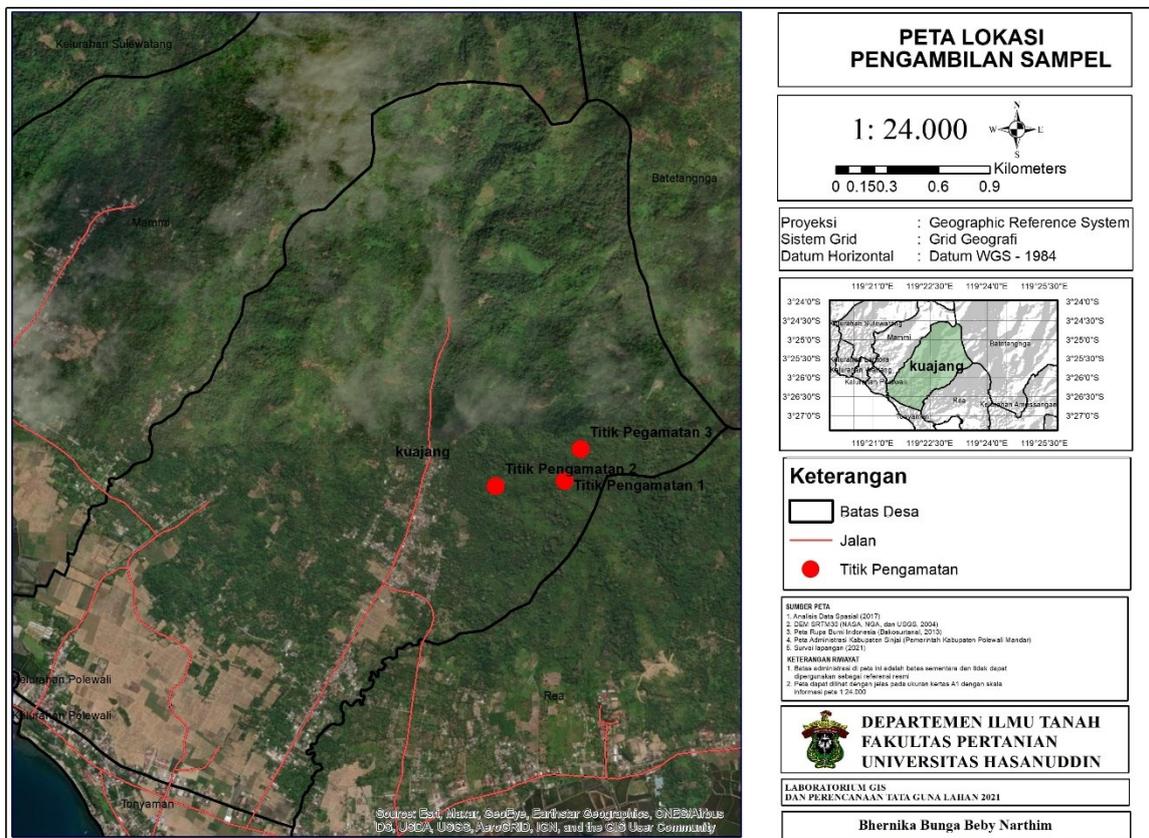
Penelitian Hernita *et al.* (2012) sependapat dengan penelitian Asmi (2021) yang menyatakan bahwa pengamatan yang dilakukan tiga bulan setelah pemupukan tidak menunjukkan respon akar yang signifikan. Namun, Hernita *et al.* (2012) melanjutkan penelitiannya dan menemukan respon positif pada akar langsung dalam waktu setahun setelah pemupukan. Apakah efektivitas pemupukan nitrogen pada perkebunan langsung juga berlaku dalam sistem tanam agroforestri kakao-langsang? Diduga baik akar kakao maupun langsung yang juga merupakan tanaman tahunan akan merespon pemberian pupuk yang telah diaplikasikan dalam kurun waktu setahun, dengan adanya laju pertumbuhan akar menuju kearah sumber hara. Meningkatnya perkembangan akar dalam radius yang lebih luas diiringi peningkatan biomassa akar diharapkan dapat meningkatkan serapan hara tanaman dikarenakan meningkatnya luass permukaan akar yang dapat menyerap air dan hara (Asmi, 2021). Lantas, bagaimana perkembangan akar tanaman apabila tanaman tidak dalam kondisi defisit hara? Apakah akar tanaman tersebut juga masih berkompetisi untuk memenuhi kebutuhannya?

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian lanjutan guna melihat dampak yang diharapkan positif dari pengaplikasian pupuk utamanya pada pergerakan akar dalam upaya menyerap unsur hara nitrogen dalam tanah setelah setahun jangka waktu pengaplikasian pupuk. Dalam penelitian ini kami mempelajari persaingan akar kakao dan langsung terhadap pemupukan nitrogen dengan dosis dan komposisi hara yang berbeda sebagai respon aplikasi pupuk pada sistem pertanaman agroforestri.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi

Kami melaksanakan penelitian ini di kebun rakyat kelompok tani - Kakao Ternak Terintegrasi di Lemo Baru, Desa Kuajang, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat (Gambar 1). Lahan di lokasi penelitian memiliki topografi yang dimiliki oleh lokasi penelitian ini berkisar 15-30% yang termasuk dalam kategori miring (agak curam) dengan tekstur tanah lempung, berkepadatan padat (kerapatan isi  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$  di lapisan permukaan) sampai cukup padat ( $1,3 \text{ g cm}^{-3}$  di lapisan 20 – 40 cm), kandungan bahan organik sedang, basa-basa dapat tukar sedang dan kejenuhan basa tinggi, serta pH agak masam.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian, kebun rakyat kelompok tani - Kakao Ternak Terintegrasi di Lemo Baru, Desa Kuajang, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar.

## **2.2 Pengambilan Sampel Tanah dan Analisisnya**

Titik pengambilan sampel tanah dipilih secara sengaja (*purposive sampling*). Sampel tanah yang diambil pada penggunaan lahan agroforestri kakao-langsar yang digunakan sebagai lahan penelitian, terdiri atas sampel tanah terganggu dan sampel tanah utuh. Sampel tanah terganggu masing-masing diambil sebanyak 500 g pada kedalaman 0 - 20 cm dan 20 - 40cm. Kerapatan isi dianalisis berdasarkan prosedur Blake & Hartge (1986), C-organik dengan metode Walkey and Black (Ou *et al.*, 2017), dan tekstur dengan metode hidrometer (Gee & Bauder, 1986). Sampel tanah utuh diambil pada kedalaman 0 - 20 cm dan 20 - 40 cm menggunakan ring sampel. Sampel tanah utuh ini digunakan untuk menentukan porositas tanah (Yu *et al.*, 2018) dan bulk density (Blake and Hartge, 2018).

## **2.3 Pengaplikasian Pupuk**

Pada 12 bulan sebelumnya telah dilakukan pengaplikasian pupuk oleh Asmi (2021) pada lahan agroforestri kakao-langsar. Tanah pada lokasi peletakan keranjang dikeluarkan dan dibersihkan dari akar-akar tanaman, kemudian dicampurkan dengan pupuk dengan dosis yang telah ditentukan. Tanah yang telah bercampur pupuk akan dikembalikan kedalam keranjang. Kemudian pupuk diaplikasikan dengan empat taraf yang berbeda yaitu tanpa pupuk, 354 g pohon<sup>-1</sup>, Phonska Plus dengan dosis 500 g pohon<sup>-1</sup> dan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> + Urea dengan dosis 190 g pohon<sup>-1</sup>.

## **2.4 Pengambilan Sampel Jaringan Tanaman**

Sampel daun yang diambil pada penelitian ini merupakan daun yang terletak pada bagian tengah dari suatu cabang (bukan daun muda ataupun daun tua) dan sehat, dengan jumlah 6-10 lembar untuk masing-masing daun kakao dan langsung. Sampel daun ini akan digunakan untuk dilakukan analisis kandungan nitrogen pada jaringan tanaman.

## **2.5 Pengamatan Perakaran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya, telah dilakukan pemasangan *in-growth hole*. Keranjang akar akan diambil setelah 12 bulan penanaman dan pengaplikasian pemupukan, untuk mengamati banyaknya akar baru. Sebanyak 12 sampel akar diambil pada masing-masing plot pengamatan (dari 4 perlakuan dan 3 kelompok ulangan). Akar yang telah diperoleh akan dicuci untuk membersihkan akar dari tanah yang melekat. Selanjutnya akar yang masih basah kemudian ditimbang, lalu dioven pada suhu 70°C selama ± 24 jam untuk

mendapatkan berat kering akar (de Oliveira Leite and Valle, 1990). Untuk mendapatkan data panjang akar, akar yang sudah kering disebar di atas lembar plastik bergrid 1 cm x 1 cm mengikuti prosedur yang diberikan oleh (Tennant, 1975).

#### 1. Menghitung panjang akar

Panjang akar (RL) dihitung dengan menggunakan software ImageJ dengan memasukkan hasil foto akar yang diambil secara undestruktif pada lembar plastik bergrid (Schneider, Rasband and Eliceiri, 2012). Melalui aplikasi ini RL secara otomatis terbaca pada software ImageJ dengan satuan cm.

#### 2. Kerapatan panjang akar

Kerapatan panjang akar (root length density,  $L_v$ ), yaitu panjang akar dalam suatu volume tanah dihitung berdasarkan:

$$L_v = RL/V \quad (1)$$

Dimana, RL adalah panjang akar (cm), V adalah volume ( $\text{cm}^3$ ).

Analisis Kerapatan panjang akar dapat dilakukan menggunakan rumus perhitungan panjang akar yang berada didalam volume akar untuk mengetahui kerapatan penyebaran akar dalam tanah (Tennant, 1975). Kerapatan panjang akar dapat menunjukkan kemampuan dari akar tersebut berkompetisi dalam bersaing memperebutkan sumber daya (Wang *et al.*, 2014).

#### 3. Panjang spesifik akar

Panjang akar spesifik (specific root length), yaitu panjang akar per satuan berat akar tertentu dihitung berdasarkan (Pagès *et al.*, 2020):

$$SRL = RL/RM \quad (2)$$

Dimana, RL adalah panjang akar (cm), RM adalah massa akar (g).

## 2.6 Pengamatan Kadar Nitrogen

### 1. Kadar nitrogen tanah

Analisis nitrogen pada tanah menggunakan metode Kjeldhal (1883), (Bremner, 2018). Metode Kjeldhal pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu proses destruksi, proses destilasi dan tahap titrasi. Sampel tanah yang akan diambil adalah tanah tepat pada lokasi peasangan in growth hole, 75 cm dari tanaman dan tepat dibawah tanaman.

## 2. Kadar nitrogen jaringan

Penentuan N total jaringan dilakukan menggunakan metode semi-mikro Kjeldhal (1883). Metode ini dilakukan dengan membersihkan sampel daun yang telah diambil sebelumnya, lalu dikeringkan dengan cara dioven pada suhu 65°C, kemudian semua daun yang telah dioven digunting hingga menjadi bagian-bagian kecil lalu diblender dan setelah itu diayak dengan ayakan berukuran 0,5 mm (Thamrin *et al.*, 2016).

## 3. Serapan hara

Analisis serapan hara dilakukan untuk menghitung rata-rata nitrogen jaringan kakao dan langsung menggunakan software microsoft excel, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Serapan} = \frac{\text{kadar nitrogen jaringan}(\%)}{\text{berat kering tanaman}(g)} \times 100\% \quad (3)$$

## 2.7 Analisis Keragaman

Analisis efektifitas serapan hara nitrogen terhadap laju pertumbuhan akar tanaman akan dilakukan dengan analisis keragaman (*analysis of variance* - Anova). Analisis anova dapat digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan yang terdapat diantara beberapa perlakuan yang dilakukan terhadap perakaran kakao dan juga langsung. Apabila terjadi perbedaan yang nyata maka akan dilanjutkan dengan uji BNJ, menggunakan microsoft excel dengan taraf kepercayaan 5%. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian pupuk terhadap serapan hara akar tanaman langsung dan kakao maka dilakukan Independent Sampel T-Tes(2-tailed) dengan menggunakan SPSS (Aldrich & Cunningham, 2016). Semakin besar kadar hara yang telah diserap oleh tanaman menunjukkan kemampuan akar menyerap hara dalam tanah (Fajarditta *et al.*, 2012).

## 3. HASIL

### Perkembangan Akar

Hasil analisis sidik ragam yang dilakukan pada akar langsung menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan baik kerapatan panjang akar ataupun panjang akar spesifik. Nilai SRL langsung tanpa pupuk (kontrol) lebih tinggi dibandingkan yang lainnya, berbeda dengan nilai RLD tertinggi yang terdapat pada perlakuan Phonska Plus dengan dosis 500 g pohon<sup>-1</sup> (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata panjang akar (RL), massa akar kering (RM) pada volume tanah sebesar 14.130 cm<sup>3</sup>, kerapatan panjang akar (RLD), panjang akar spesifik (SRL) pada sistem agroforestri sederhana kakao-langsar, tidak berbeda nyata (<sup>tn</sup>).

Pemupukan	N (g)	Langsar			
		RL (cm)	RM (g)	RLD (cm cm <sup>-3</sup> )	SRL (cm cm <sup>-3</sup> )
Tanpa pupuk (kontrol)	0	2207,57	9,96	0,16 <sup>tn</sup>	422,03 <sup>tn</sup>
354 g Urea	165,20	1266,42	4,08	0,09 <sup>tn</sup>	340,87 <sup>tn</sup>
500 g Phonska	75,00	2372,29	11,64	0,17 <sup>tn</sup>	304,32 <sup>tn</sup>
500 g Phonska + 190 g Urea	163,67	1555,22	7,69	0,11 <sup>tn</sup>	261,84 <sup>tn</sup>

Tabel 2 memperlihatkan hasil yang berbeda pada akar kakao, aplikasi pupuk berpengaruh nyata terhadap panjang spesifik akar dan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kerapatan panjang akar. Berdasarkan hasil analisis lanjutan bnj, menunjukkan bahwa perlakuan tanpa pupuk (kontrol) berbeda nyata pemupukan Urea dengan dosis 354 g pohon<sup>-1</sup>, Phonska Plus dengan dosis 500 g pohon<sup>-1</sup> dan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> dicampur Urea dengan dosis 190 g pohon<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang spesifik akar tanaman kakao. Pemupukan Urea dengan dosis 354 g pohon<sup>-1</sup> berbeda nyata dengan pemupukan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> dicampur Urea dengan dosis 190 g pohon<sup>-1</sup>. Pada nilai SRL, perlakuan tanpa pupuk (kontrol) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan berbagai dosis pupuk. Nilai tertinggi pada RLD terdapat pada perlakuan pemupukan Urea dengan dosis 354 g pohon<sup>-1</sup>.

Tabel 2. Rata-rata panjang akar (RL), massa akar kering (RM) pada volume tanah sebesar 14.130 cm<sup>3</sup>, kerapatan panjang akar (RLD), panjang akar spesifik (SRL) kakao pada sistem agroforestri sederhana kakao-langsar, tidak berbeda nyata (<sup>tn</sup>) dan Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf  $\alpha= 0,05$  (\*)

Pemupukan	N (g)	Kakao			
		RL (cm)	RM (g)	RLD (cm cm <sup>-3</sup> )	SRL (cm cm <sup>-3</sup> )
Tanpa pupuk (kontrol)	0	1020,71	1,28	0,07 <sup>tn</sup>	1020,39a*
354 g Urea	165,20	1485,45	3,45	0,11 <sup>tn</sup>	796,56b
500 g Phonska	75,00	811,43	1,82	0,06 <sup>tn</sup>	720,57bc
500 g Phonska + 190 g Urea	163,67	853,10	3,79	0,06 <sup>tn</sup>	527,44c

## Serapan Hara

Perlakuan pemupukan memberikan hasil yang berbeda terhadap serapan nitrogen jaringan kakao dan langsung. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4-3 yang menunjukkan bahwa pada analisis sidik ragam pemberian pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan hara jaringan kakao dan langsung sehingga tidak dilakukan uji lanjutan bnj. Serapan hara jaringan langsung dan serapan hara jaringan kakao menunjukkan pada perlakuan pemupukan Phonska Plus 500 g pohon<sup>-1</sup> dicampur Urea dengan dosis 190 g pohon<sup>-1</sup> memiliki nilai serapan hara tertinggi.

Nilai Sig. sebesar 0,183 menunjukkan bahwa serapan hara jaringan kakao dan langsung merupakan data yang homogen sehingga pengujian dapat dilanjutkan dengan hasil Sig. (2-tailed) pada variabel yang homogen sebesar 0,09 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara serapan hara jaringan langsung dan serapan hara jaringan kakao.

Tabel 3. Dosis Nitrogen (N), Signifikasi (Sig.), Derajat Kebebasan (df), Signifikasi 2 arah (Sig.(2-tailed)), tidak berbeda nyata (tn), Signifikan  $P < 0,05(*)$ , dan Serapan hara kakao-langsar pada sistem agroforestri kakao-langsar.

Pemupukan	N (g)	Serapan Hara		Sig. (0,05)	Sig. (2-tailed)
		Langsat	Kakao		
Tanpa pupuk (kontrol)	0	9,91 <sup>tn</sup>	7,12 <sup>tn</sup>	0,183	0,009*
354 g Urea	165,20	14,78 <sup>tn</sup>	9,22 <sup>tn</sup>		0,019
500 g Phonska	75,00	12,83 <sup>tn</sup>	8,94 <sup>tn</sup>		
500 g Phonska + 190 g Urea	163,67	14,83 <sup>tn</sup>	7,90 <sup>tn</sup>		

## 4. PEMBAHASAN

Terdapat perbedaan nyata antara nilai serapan hara kakao dan langsung (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa penyerapan hara kakao dan langsung dengan perlakuan yang sama dapat menunjukkan hasil yang berbeda. Tanaman langsung menunjukkan nilai serapan hara yang lebih tinggi (9,91-14,83) dibandingkan dengan tanaman kakao (7,12-9,22) pada semua perlakuan. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suharno *et al.* (2007) kandungan nitrogen pada daun dewasa tanaman kanopi lebih besar dibandingkan tanaman yang ternaungi. Penyerapan nitrogen dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti musim, ketersediaan nitrogen tanah, temperatur, cahaya, tingkat kejenuhan N, keadaan tanah, umur tanaman, serta kapasitas fotosintesis (Suharno *et al.*, 2007; Fajjardita *et al.*, 2012). Dalam hal ini, penyerapan nitrogen berkaitan dengan dengan kapasitas fotosintesis dan laju retranslokasi nitrogen, nitrogen pada daun ter-retranslokasi dari daun yang ternaungi ke daun yang tidak ternaungi (Suharno *et al.*, 2007). Proses penyerapan hara pada akar dapat dilihat dari pertumbuhan akar kakao dan langsung yang bertumbuh dan memanjang hingga memasuki *in growth hole* guna memperpendek jarak

dengan keberadaan unsur hara. Penyerapan hara dapat melalui proses difusi, aliran massa dan juga intersepsi akar yang didominasi oleh intersepsi akar dikarenakan pergerakan akar kakao dan langsung yang mendekati sumber hara (Purba *et al.*, 2021).

Pertumbuhan akar baik kakao maupun langsung merespon aplikasi pemupukan setahun setelah pemupukan. Namun, beberapa respon yang diberikan oleh pertumbuhan akar tidaklah sesuai dengan hipotesis awal yaitu pemupukan dengan dosis pupuk yang seimbang 500 g Phonska dikombinasikan dengan 190 g Urea dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman dan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar (Asmi, 2021). Sebaliknya hasil yang ditunjukkan pada nilai panjang spesifik akar (SRL) kedua tanaman menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan tanpa pemupukan (kontrol) yaitu 1.020,39 cm cm<sup>-3</sup> pada tanaman kakao dan 422,03 cm cm<sup>-3</sup> pada tanaman langsung, nilai ini hampir dua kali lipat dibandingkan dengan nilai panjang spesifik akar dengan perlakuan pemupukan 500 g Phonska dicampur 190 g Urea.

Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan akar kakao maupun akar langsung pada lahan yang mengalami defisit hara berkompetisi untuk mengambil hara. Persaingan pengambilan hara yang terjadi antara kakao dan langsung dapat dilihat dari banyaknya akar yang tumbuh didalam *in growth hole* (Tabel 1 - 2). Konsentrasi hara yang tinggi pada tanah dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman tanpa adanya persaingan antara satu tanaman dan tanaman lainnya. Dan sebaliknya, pada lahan dengan kandungan hara yang rendah, akar tanaman berkompetisi untuk mengambil hara dan air dari dalam tanah untuk memenuhi kebutuhannya (Gaiotti *et al.*, 2017). Apa yang terjadi pada nilai panjang akar spesifik ini menunjukkan bahwa alokasi fotosintat pada tanaman terfokus pada akar (Song *et al.*, 2019) sehingga terjadi peningkatan biomassa akar (Hermans *et al.*, 2006). Meningkatnya biomassa akar juga akan meningkatkan panjang akar (Nadelhoffer, 2000). Pada tanah yang kekurangan nutrisi akar akan berkembang dalam radius yang lebih luas untuk memenuhi kebutuhan hara (Asmi, 2021). Sebaliknya, jika hara tersedia, maka nutrisi akan dialokasikan ke pertumbuhan organ tanaman lain (Fageria & Moreira, 2011).

Berbeda dengan hasil yang diperlihatkan oleh kerapatan panjang akar. Kerapatan panjang akar langsung menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan 500 g Phonska dengan nilai 0,17 cm cm<sup>-3</sup> dan terendah pada perlakuan 354 g Urea dengan nilai 0,09 cm cm<sup>-3</sup>, sedangkan pada kerapatan akar kakao hasil tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 354 g Urea dan terendah pada perlakuan 500g Phonska dicampur dengan 190 g Urea. Tinggi rendahnya nilai kerapatan akar dapat dipengaruhi oleh serapan hara tanaman (Fageria & Moreira, 2011) semakin tinggi nilai serapan hara maka dapat meningkatkan kerapatan panjang akar dan biomassa akar (Liao *et al.*, 2004).

Nilai kerapatan panjang akar menunjukkan peningkatan yang sejalan terjadi pada serapan hara jaringan kakao, tertinggi senilai 9,22% pada perlakuan 354 g Urea pada nilai RLD tertinggi yaitu 0,11 cm cm<sup>-3</sup> dan terendah pada perlakuan kontrol (tanpa pupuk) dengan nilai serapan hara 7,12% dan RLD 0,07 cm cm<sup>-3</sup>. Hal ini membuktikan bahwa nutrisi yang diserap akar akan lebih besar jika tersedia dalam kondisi cukup dibandingkan dengan akar yang tumbuh di tanah yang kekurangan nutrisi (Fageria & Moreira, 2011) yang juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Thesya (2021) yang menunjukkan bahwa peningkatan serapan hara dan RLD tanaman kakao sejalan dengan ketersediaan nutrisi dalam tanah. Akan tetapi pendapat tersebut tidak terbukti pada serapan hara tanaman langsung yang menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan 500 g Phonska yang dikombinasikan dengan 190 g Urea yaitu sebesar 14,83% dengan nilai RLD 0,11 cm cm<sup>-3</sup> dan terendah pada perlakuan kontrol (tanpa pemupukan) yaitu sebesar 9,91% dengan nilai RLD 0,16 cm cm<sup>-3</sup> sehingga dapat diketahui tidak terdapat toleransi serapan nitrogen dengan pertumbuhan akar. Nitrogen yang telah diserap oleh akar tidak hanya dipergunakan untuk perkembangan akar melainkan juga dipergunakan dalam sintesis protein untuk membentuk bagian vegetatif tanaman lainnya.

#### **4. KESIMPULAN**

Akar langsung mampu menyerap hara lebih banyak dibandingkan akar kakao. Hal ini diperlihatkan oleh serapan hara jaringan langsung yang memiliki nilai lebih tinggi (9,91-14,83) berbeda nyata dengan nilai serapan hara kakao (7,12-9,22). Pada parameter panjang spesifik akar kakao, perlakuan kontrol menunjukkan nilai tertinggi (1020,39 cm cm<sup>-3</sup>), berbeda nyata dengan ketiga dosis pemupukan, dan aplikasi pupuk dengan dosis 345 g Urea menunjukkan hasil yang lebih tinggi (796,56 cm cm<sup>-3</sup>) berbeda nyata dengan dosis pupuk 500 g Phonska dicampur 190 Urea (527,44 cm cm<sup>-3</sup>). Hal ini disebabkan oleh alokasi hara pada tanaman kakao berpusat pada pertumbuhan akar agar dapat memenuhi kadar nitrogen yang dibutuhkan tanaman.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anjasmara, Surlanti, & Alimuddin, S. (2020). Identifikasi karakter Morfologi Tanaman Langsung (*Lansium domesticum* Corr) Sebagai Buah Unggul Lokal Di Kabupaten Paliwali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal AGrotekMAS*. Vol. 2(3): 26–42.
- Aldrich & Cunningham. (2016). Using IBM SPSS Statistics – An Interactive Hands-On Approach. California: Sage Publications, Inc.

- Ardini, M., Marsela, A., Mustika, R., Subakti, R., Khairani, S., & Suwariuewisssdi, A. B. (2020). Potensi Pengembangan Agroforestri Berbasis Tumbuhan Lokal. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. Vol. 17 (1): 27-34.
- Asmi, N. (2021). Perakaran kakao dan Langsung Pada Sistem Agroforestri Sederhana Tidak Responsif Terhadap Pemupukan. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Aviantri, F. & Maharani, D. K. (2017). Pelepasan Nitrogen pada Pupuk *Slow Release Urea* dengan Menggunakan Matriks Kitosan-Bentoit. *UNESA Journal of Chemistry*. Vol. 6 (1): 68-72.
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. (2008). *Teknologi Budidaya Kakao*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Bogor.
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (2018). *Bulk density*. In *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*.  
<https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c13>
- Budiman. (2013). Pengaruh Pemupukan Nitrogen Dan Stres Air Terhadap Bukaan Stomata, Kandungan Klorofil Dan Akumulasi Prolin Tanaman Rumput Gajah (*Penumisetum purpureum* Schum). *JITP*. Vol. 2 (3): 159-166.
- de Oliveira Leite, J., & Valle, R. R. (1990). Nutrient Cycling In The Cacao Ecosystem: Rain And Throughfall As Nutrient Sources For The Soil And The Cacao Tree. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(90\)90130-6](https://doi.org/10.1016/0167-8809(90)90130-6)
- Dwicaksono, M. R. B., Suharto, B. & Susanawati, L. D. (2013). Pengaruh Penambahan *Effective Microorganism* pada limbah Cair Industri Perikanan Terhadap Kualitas Pupuk cair Organik. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Vol. 1 (2): 7-11.
- Fajarditta, F., Sumarsono, & Kusmiyati, F. (2012). Serapan Unsur Hara Nitrogen dan Fosfor Beberapa Tanaman Legum Pada Jenis Tanah yang Berbeda. *Animal Agriculture Journal*. Vol. 1(2): p-41-50. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aa>
- Fageria, N. K., & Moreira, A. (2011). The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants. In *Advances in Agronomy* (1st ed., Vol. 110, Issue C). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385531-2.00004-9>
- Gaiotti, F., Marcuzzo, P., Belfiore, N., Lovat, L., Fornasier, F., & Tomasi, D. (2017). Influence Of Compost Addition On Soil Properties, Root Growth And Vine Performances of *Vitis vinifera* cv Cabernet sauvignon. *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.052>
- Gandasari, H. (2021). Pengaruh Pemupukan Nitrogen dan Fosfor Terhadap pertumbuhan dan Produksi Lamtoro (*Leucaena leucocephala*). *Skripsi*. Universitas Hasanuddin : Makassar.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle Size Analysis. *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, 9(9), 901–926. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c36>

- Glass, A. D. M. . (2003). Nitrogen Use Efficiency Of Crop Plants: Physiological Constraints Upon Nitrogen Absorption. *Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada*, 22, 453–47, pp. 22, 453–470.
- Gusli, S. (2013). *Fertilizer formula for cocoa production in Sulawesi, a result from demoplot. Appendix 1*, 1–12.
- Handayani, S., Mansur, I., & Karti, P. D. M. (2019). Pengaruh Kerapatan Pohon dan Pemupukan Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Rumpun Di Bawah Tegakan Samama (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb. Havil.). *Jurnal Silviculture Tropika*. Vol. 10 (2): 89-94.
- Hermans, C., Hammond, J. P., White, P. J., & Verbruggen, N. (2006). How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? In *Trends in Plant Science*. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.10.007>
- Hernita, D., Poerwanto, R., Susila, A. D., & Anwar, S. (2012). Penetapan Rekomendasi Pemupukan N, P, K Tanaman Duku Berdasarkan Analisis Daun. *J. Hort.* Vol. 22(4): 376-384.
- Indra. (2018). Survei Morfologi Daun Dan Buah Serta Produksi Kakao (*Theobroma cacao L*) Klon M04 Thr, Dan S2 Di Desa Tarengge Kecamatan Wotu Kabupaten Luwu Timur. *Skripsi*. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Lea, P. J. & Azevedo, R. A. (2006). Nitrogen Use Efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. *Annals of Applied Biology*, 149(3), pp. 243–247. doi: 10.1111/j.1744-7348.2006.00101.x.
- LeBauer, D. S. & Treseder, K. K. (2008). Nitrogen Limitation of Net Primary Productivity In Terrestrial Ecosystems Is Globally Distributed. *Ecology*, 89(2), pp. 371–379. doi: 10.1890/06-2057.1.
- Mataputung, S. M., Nurawan, W., & Maria, Y. M. A. S. (2019). Inventarisasi Pola Agroforestri di Desa Tonsea Lama Kecamatan Tondano Utara kabupaten Minahasa. *Eugenia*. Vol. 25 (2): 46-53.
- Matthews, J. A. (2014). Cation Exchange Capacity (CEC). In *Encyclopedia of Environmental Change*. <https://doi.org/10.4135/9781446247501.n583>
- Nadelhoffer, K. J. (2000). The Potential Effects of Nitrogen Deposition On Fine-Root Production In Forest Ecosystems. In *New Phytologist*. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00677.x>
- Nasamsir. (2014). Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Terhadap Aplikasi Pupuk Organik Cair Pada Jenis Aksesori Buah Kakao Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. Vol.14 (3): 91-100.
- Pagès, L., Pointurier, O., Moreau, D., Voisin, A. S., & Colbach, N. (2020). Metamodelling a 3D architectural root-system model to provide a simple model based on key processes and species functional groups. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04416-z>

- Purba, T., Ningsih, H., Junaedi, P. (2021). Tanah Dan Nutrisi Tanaman. Yayasan Kita Menulis: Medan.
- Riyami (2018). Cadangan Karbon dan Keterkaitannya Dengan Beberapa Sifat Tanah Pada Kebun Kakao Pola Agroforestri Sederhana. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Saleh, Abdul R. (2016). Agroforestri dan Pengelolaan Kebun Kakao Berkelanjutan. *Jurnal Agropet*. Vol. 13 (1): 1-11.
- Santoso, A. M., Riska, L., & Rizal, M. (2012). *Pengaruh Cekaman Salinitas Terhadap Morfologi Akar Terung Kopek Lokal*. Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS, 2012. pp, 569-573.
- Saraswati, R. (2010). *Teknologi Pupuk Hayati untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem produksi Pertanian*. Badan Penelitian Tanah : Bogor.
- Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. In *Nature Methods*. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Song, X., Wan, F., Chang, X., Zhang, J., Sun, M., & Liu, Y. (2019). Effects of nutrient deficiency on root morphology and nutrient allocation in *Pistacia chinensis* Bunge seedlings. *Forests*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/f10111035>
- Suharno, Mawardi, I., Setiabudi, Lunga, N., & Tjitrosemito, S. (2007). Efisiensi Penggunaan Nitrogen Pada Tipe Vegetasi yang Berbeda di Stasiun Penelitian Cikaniki, Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Biodiversitas*. Vol. 8(4): 287-294.
- Sumilia, Akhir, N., dan Syarif, Z. (2019). Produktivitas Kakao Dan Keanekaragaman Tanaman Dalam Berbagai Sistem Agroforestri Berbasis Kakao Di Kabupaten Pasaman Sumatera Barat. *Jurnal Agroforestri Indonesia*. Vol. 2 (2): 51-62.
- Supriyadi dan Kadarwati, F.T. (2011). *Efektivitas Nitrogen Pada Kapas (*Gossypium hirsutum* L.)*. Balai Penelitian Tanaman pemanis dan Serar: Malang.
- Susilawati,. Kurnianingsih, A. & Sardianto. (2016). Karakteristik Morfologi, Anatomi Dan Fisiologi Aksesori Tanaman Duku (*Lansium domesticum* corr.) Di Kabupaten Muara Enim. *Prosiding : Semirata Bks-Ptn Wilayah Barat*. Vol. 1: 282-289.
- Tennant, D. (1975). A Test of a Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length. *The Journal of Ecology*. <https://doi.org/10.2307/2258617>
- Thesya, G. P. (2021). Pertumbuhan Akar Kakao Dan Serapan Nitrogen Pada Sistem Monokultur: Respon Terhadap Pemupukan. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Wang, B. J., Zhang, W., Ahanbieke, P., Gan, Y. W., Xu, W. L., Li, L. H., Christie, P., & Li, L. (2014). Interspecific interactions alter root length density, root diameter and specific root length in jujube/wheat agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 88(5), 835–850. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9729-y>.

- Weni, H. W. S. (2015). Studi Penyakit-Penyakit Yang Menyerang Akar, Batang, Daun, Dan Buah Pada Tanaman Duku Komerling (*Lansium domesticum corr.*). Skripsi. Universitas Brawijaya: Malang.
- Yu, B., Xie, C., Cai, S., Chen, Y., Lv, Y., Mo, Z., Liu, T. (2018). Effects of tree root density on soil total porosity and non-capillary porosity using a ground-penetrating Tree Radar Unit in Shanghai, China. *Sustainability* (Switzerland), 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124640>
- Zakariyya, F. (2017). Karakter Morfologi Perakaran Beberapa Semaian Klon Kakao Asal Biji. *Agropross*. Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia.