

## Research Paper

# Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Integrasi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) & Jagung (*Zea mays* L) Akibat Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* Yang Dikombinasikan Dengan Biochar Pada Lahan Kering Lombok Utara

Ikraman R.<sup>1</sup>, Suwardji<sup>2</sup>, LA Ariabhakti<sup>2</sup><sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Indonesia**Article Info**

Received: July 19, 2021

Revised: August 10, 2022

Accepted: September 25, 2022

Published: September 30, 2022

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman porang yang diintegrasikan dengan jagung akibat pemberian PGPR yang dikombinasikan dengan biochar pada lahan kering Lombok Utara. Percobaan lapangan dilaksanakan pada lahan kering Desa Andalan, kecamatan Bayan, kabupaten Lombok Utara yang dimulai pada bulan September 2020 sampai dengan Februari 2021. Percobaan menggunakan Split Plot rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas dua faktor yaitu; sistem tanam (T) sebagai petak utama (T0: Tumpangsari Porang dan Jagung, T1: Monokultur Porang, dan T2: Monokultur Jagung) dan PGPR yang dikombinasikan dengan biochar (P) sebagai anak petak (P0 = Tanpa Aplikasi PGPR dan biochar (kontrol), P1 = Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2 = Aplikasi PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi PGPR yang dikombinasikan dengan biochar berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman integrasi porang dan jagung, namun tidak berpengaruh nyata terhadap hasil dari tanaman integrasi tersebut. Selain itu, kombinasi PGPR dan biochar berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N-total tanah dan berdasarkan hasil analisis nisbah kesetaraan lahan menunjukkan integrasi ini sangat sesuai dan relevan untuk diterapkan pada lahan kering Lombok Utara.

**Kata Kunci:** Porang, Jagung, Tumpangsari, PGPR, Biochar, dan Lahan Kering

**Abstract:** This study aims to determine the response to growth and yield of porang plants integrated with corn due to PGPR combined with biochar on dry land in North Lombok. The field experiment was carried out on dry land in Andalan Village, Bayan sub-district, North Lombok district, starting from September 2020 to February 2021. The experiment used a split plot randomized block design (RAK) consisting of two factors, namely; cropping system (T) as the main plot (T0: Porang and Maize intercropping, T1: Porang monoculture, and T2: Corn monoculture) and PGPR combined with biochar (P) as subplots (P0 = No PGPR and biochar application (control), P1 = PGPR application for bamboo roots 20 ml/liter + biochar 20 tons/ha, and P2 = PGPR application for elephant grass roots 20 ml/liter + biochar 20 tons/ha). The results showed that the application of PGPR combined with biochar had a significant effect on the growth of the integrated porang and corn plants, but did not significantly affect the yield of the integrated crop. In addition, the combination of PGPR and biochar has a significant effect on the availability of N-total soil and based on the results of the land equivalence ratio analysis shows that this integration is very suitable and relevant to be applied to dry land in North Lombok.

**Keywords:** *Amorphophallus muelleri* Blume, Corn, Intercropping, PGPR, Biochar, Dryland

**Citation:** Ikraman R., Mulyati, Suwardji, LA Ariabhakti. 2021. Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Integrasi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Dan Jagung (*Zea mays* L) Akibat Pemberian Pupuk Hayati Yang Dikombinasikan Dengan Biochar Pada Lahan Kering Lombok Utara. *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*, 1(2), 1-11.

\* Ikraman: [rahmatiki1233@gmail.com](mailto:rahmatiki1233@gmail.com)

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Indonesia

## INTRODUCTION

Menurut Badan Pusat Statistik NTB (2002), pada bagian wilayah NTB khususnya Kabupaten Lombok Utara keberadaan lahan kering baru dimanfaatkan 30% dari total lahan sekitar 41.000 ha. Minimnya pemanfaatan lahan kering di Lombok Utara dikarenakan tingkat kesuburan tanahnya yang relatif rendah. Hal tersebut dibuktikan dengan berbagai kendala biofisik pada lahan tersebut, seperti tanah yang bersifat porus, kemantapan agregat yang lemah, dan miskin hara, serta kandungan bahan organik yang rendah menjadikan tanah kurang memadai untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman (Suwardji et al., 2007). Sehingga, untuk mengatasi permasalahan di atas diperlukan masukan teknologi yang mampu meningkatkan kesuburan pada lahan kering supaya mampu mengoptimalkan hasil produksi komoditi yang budidayakan.

Salah satu upaya teknologi dalam bidang pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah yang dapat menjadi alternatif potensial pada persoalan lahan kering ialah dengan pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). Plant Growth Promoting Rhizobacteria ialah sekelompok mikroba tanah yang berada di sekitar daerah perakaran tanaman yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam pemacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dibandingkan dengan pupuk hayati yang lain, PGPR diketahui aktif mengkolonisasi di daerah perakaran tanaman yang mempunyai peran penting dalam mempertahankan kesuburan tanah dan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman, serta berpengaruh terhadap ketahanan tanaman akan serangan patogen dalam tanah (Rai, 2006). Sehingga teknologi ini diharapkan mampu memaksimalkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman pada lahan kering.

Sumberdaya lokal lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan kombinasi dengan PGPR untuk memperbaiki kesuburan tanah pada lahan kering ialah biochar. Biochar dapat dibuat dari biomassa limbah pertanian yang mudah didapatkan seperti tongkol jagung, tempurung kelapa, dan sekam padi. Biochar adalah arang hayati (arang hitam) dari hasil pembakaran biomassa pada keadaan oksigen terbatas yang digunakan sebagai salah satu bahan alternatif pembenah tanah khususnya untuk tanah terdegradasi atau tanah dengan tingkat kesuburan rendah (Sudantha dan Suwardji, 2013). Perpaduan antara pupuk PGPR dengan biochar diharapkan mampu meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman pada lahan kering. Kammann et al. (2016) menyatakan bahwa biochar lebih efektif jika dikombinasikan dengan bahan pembenah organik seperti kompos, pupuk kandang, pupuk anorganik, dan pupuk hayati.

Pada lahan kering Lombok Utara, jagung merupakan komoditas utama yang banyak dibudidayakan oleh petani, karena dapat bertahan dengan baik pada lahan kering. Jagung sering ditumpang Sari dengan komoditas tanaman lainnya seperti ubi kayu dan kacang tanah. Selain sebagai bahan pangan pokok, jagung juga menjadi sumber pendapatan yang cukup besar untuk petani. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa produktivitas tanaman palawija tersebut, khususnya yang diusahakan pada lahan kering umumnya masih di bawah rata-rata produktivitas nasional (BPS, 2014). Sehingga dibutuhkan substitusi dengan tanaman yang baru untuk diintegrasikan bersama jagung demi peningkatan kesejahteraan petani. Tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dapat menjadi alternatif baru yang dapat mengambil peran tersebut mengingat nilai ekonomisnya yang tinggi dan prospek pasar yang terjamin.

Karakteristik paling mendasar yang dimiliki oleh tanaman porang ialah tidak terlalu membutuhkan cahaya matahari secara langsung untuk pertumbuhannya karena tergolong tanaman bertipe C3 (Sumarwoto, 2005). Sehingga sangat sesuai untuk dijadikan tanaman yang berintegrasi dengan tanaman lainnya atau ditumpang sari.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian untuk melihat pertumbuhan dan hasil tanaman integrasi porang dan jagung lewat pemberian PGPR yang dikombinasikan dengan biochar sehingga dapat dijadikan sebagai rekomendasi teknologi pengembangan budidaya tanaman porang di lahan kering Kabupaten Lombok Utara. Konsep ini juga dimaksudkan sebagai optimalisasi pemanfaatan berbagai sumberdaya lokal untuk dijadikan sebagai teknologi tepat guna dalam bidang pertanian secara berkelanjutan.

## METHOD

Percobaan lapangan dilaksanakan di Desa Andalan, kecamatan Bayan, kabupaten Lombok Utara yang dimulai pada bulan September 2020 sampai dengan Februari 2021. Percobaan menggunakan Split Plot rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas dua faktor yaitu; sistem tanam (T) sebagai petak utama (T0: Tumpang Sari Porang dan Jagung, T1: Monokultur Porang, dan T2: Monokultur Jagung) dan PGPR yang dikombinasikan dengan biochar (P) sebagai anak petak (P0 = Tanpa Aplikasi PGPR dan biochar (kontrol), P1 = Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2 = Aplikasi PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 unit percobaan.

### *Persiapan Percobaan* *Pembuatan PGPR*

Menurut Cahyani et al. (2017), proses pembuatan PGPR untuk keperluan dalam penelitian ini terdiri atas 3 tahap yaitu pembuatan biang, pembuatan nutrisi, dan fermentasi. Pertama, ditimbang akar bambu dan rumput akar gajah, masing-masing sebanyak 100 g. selanjutnya, mendidihkan air sebanyak 1 liter yang digunakan untuk

merendam akar tanaman, dengan waktu rendaman selama 3 x 24 jam dan larutan akar tanaman tersebut dijadikan sebagai biang yang akan dikembangbiakkan setelah penambahan nutrisi.

Selanjutnya dilakukan pembuatan larutan nutrisi untuk biang yaitu dengan mencampurkan 2 larutan nutrisi dengan komposisi larutan nutrisi pertama, yaitu gula pasir (40 g), terasi (20 g), dan dedak (100 g) per 1 liter air dan komposisi larutan nutrisi kedua yaitu tepung kacang hijau (100 g) dan gula merah (10 g) per 1 liter air. Kemudian, kedua larutan nutrisi akan dicampur dengan larutan akar (biang) dengan perbandingan 1:1 dan difermentasikan selama 7-14 hari. PGPR yang berhasil ditandai dengan adanya gelembung dan aroma khas hasil fermentasi.

#### *Penyediaan Biochar*

Biochar yang digunakan dalam penelitian ini adalah biochar dengan bahan baku tempurung kelapa yang didatangkan dari Desa Bengkuang Kecamatan Batulayar - Lombok Barat. Cara pembuatan biochar adalah tempurung kelapa dimasukkan ke dalam lubang tanah seluas 120 x 120 cm<sup>2</sup> pada kedalaman 100 cm, selanjutnya dibakar sampai terbentuk arang.

#### *Penyediaan Lahan*

Luas lahan yang dibutuhkan untuk percobaan dihitung berdasarkan jarak tanam dan jumlah petak percobaan. Luas petak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 x 2 m (10 m<sup>2</sup>) bersih. Penanaman jagung digunakan jarak tanam 100 x 25 cm dan untuk penanaman porang dibuatkan lubang tanam dengan jarak tanam 1x1 m.

#### *Pelaksanaan Percobaan*

##### *Penyiapan Lahan*

Pengolahan lahan dilakukan 2 minggu sebelum masa tanam. Lahan dibajak dengan traktor untuk membersihkan gulma, sisa tanaman sebelumnya, dan untuk memperbaiki tekstur tanah. Setelah itu, dibuat petak percobaan sebanyak 27 unit, dengan ukuran masing-masing 5 m x 2 m (10 m<sup>2</sup>). Kemudian seminggu sebelum percobaan dimulai, tanah diberikan biochar sebagai perlakuan.

##### *Penanaman*

Penanaman jagung dilakukan dengan cara menunggal tanah pada kedalaman 3-5 cm dengan jarak tanam 25 x 100 cm dan dimulai bulan pada awal Oktober 2020. Sementara itu, penanaman porang dilakukan setelah jagung memasuki umur 2 bulan yaitu pada awal bulan Desember 2021 dan telah memasuki musim penghujan. Pada waktu penanaman tersebut, tanaman jagung telah dirasa mampu untuk memberikan naungan pada tanaman porang dan ketersediaan air melimpah sehingga porang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada lahan.

##### *Pemupukan*

Pemupukan pada tanaman jagung dilakukan sebanyak 2 kali. Pemupukan pertama diberikan pada umur 14 hari setelah tanam (HST) dengan dosis sebanyak 200 Kg/ha Phonska dan Urea 50 Kg/ha. Sementara, pemupukan kedua dosis pupuk Phonska digunakan sebanyak 100 Kg/ha dan Urea 150 Kg/ha pada 30 HST.

Pemupukan pada tanaman porang hanya dilakukan dengan pemberian pupuk kandang sebanyak 20 ton/ha sebagai pupuk dasar yang dibenamkan pada setiap lubang tanam. Pemberian pupuk kandang ini merupakan perawatan sehingga dosis setiap tanaman baik pada petak utama dan anak petak diberikan sama rata.

##### *Aplikasi PGPR*

Dosis perlakuan PGPR untuk tanaman jagung dan porang yaitu 20 ml/l. Teknik penyemprotan PGPR pada tanaman percobaan (porang dan jagung) dilakukan dengan mengenai setiap bagian tanaman (batang dan daun) dan termasuk tanah daerah perakaran (rhizosfer).

##### *Aplikasi Biochar*

Biochar diberikan dengan cara ditebar dan dibenamkan (kedalaman 10 cm) pada lahan percobaan dengan dosis aplikasi yang disesuaikan dengan perlakuan yaitu 20 ton/ha.

#### *Parameter Pengamatan*

##### *Parameter Tanah*

Analisis parameter tanah meliputi analisis tanah awal dan analisis tanah akhir. Analisis tanah awal ditentukan sebanyak 6 parameter tanah yaitu Tekstur (Metode Hydrometri), N-Total (%) (Metode Kjeldhal), P tersedia (ppm) (Metode Bray I), K tersedia (%) (Metode Pengekstrak Ammonium Asetat pH 7), C-organik (metode Walkey-Black), dan pH H<sub>2</sub>O (pH meter). Sementara, untuk keperluan analisis tanah akhir ditetapkan N-Total tanah (%) (Metode Kjeldhall) sebagai parameter.

##### *Parameter Tanaman*

Parameter tanaman jagung terdiri atas tinggi jagung (cm) dan bobot jagung pertongkol (g). Sedangkan parameter tanaman porang terdiri atas tinggi porang (cm) dan bobot perumbi (cm).

#### Analisis Nisbah Kesetaraan Lahan

Nisbah kesetaraan lahan atau *Land equivalent ratio* (LER) merupakan gambaran efisiensi penggunaan lahan. Nilai kesetaraan lahan dapat dihitung pada saat tanaman sudah dipanen. Nisbah kesetaraan lahan integrasi tanaman porang dan jagung dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Beets (1982).

$$LER = \frac{HP1}{HP2} + \frac{HJ1}{HJ2}$$

Dimana: *Land Equivalent Ratio* (LER), hasil tumpangsari porang (HP1), hasil monokultur porang (HP2), hasil tumpangsari jagung (HJ1), dan hasil monokultur jagung (HJ2).

#### Analisis Data

Data hasil pengamatan akan dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam (ANOVA) dengan Program Minitab. Apabila hasil ANOVA berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%.

## RESULT AND DISCUSSION

#### Hasil Analisis Tanah Pendahuluan

Berdasarkan Tabel 1. di bawah dapat diketahui bahwa lahan kering di Lombok Utara yang digunakan untuk percobaan mempunyai status hara P-tersedia dan K-tersedia yang sangat tinggi. Tingginya status ketersediaan hara P dan K pada lahan percobaan diduga berasal dari pembuangan kotoran sapi yang sering dilakukan. Karena pada umumnya lahan di Lombok Utara adalah lahan sub-optimal kering dengan tekstur lempung berpasir (*sandy loam*) yang sangat rentan terhadap kekeringan dan erosi tanah serta mempunyai tingkat kesuburan yang rendah (Sukartono dan Utomo, 2012).

Tabel 1. Hasil Analisis Tanah Pendahuluan

Hasil Analisis Tanah	Nilai	Harkat
Tekstur	Pasir: 55%; Liat: 9%; Debu: 36%	Lempung Berpasir
N-Total	0,13%	Rendah
P-Tersedia	52,61 ppm	Sangat Tinggi
K-Tersedia	86,23 ppm	Sangat Tinggi
C-organik	1,15%	Rendah
pH	6,04	Agak Masam

Keterangan: Pengharkatan menurut \*Balittan (2009)

Pada penelitian ini diketahui kandungan N-total dan C-organik tanah termasuk dalam kategori rendah yaitu 0,13% dan 1,15%. Hasil yang diperoleh tersebut sangat berhubungan erat dengan karakteristik yang dimiliki oleh tanah dominasi pasir. Menurut Kusumo *et al.* (2011) salah satu sifat kimia tanah pada lahan kering di Kabupaten Lombok Utara yaitu dicirikan oleh kandungan C-organik yang rendah (C-organik > 1%). Sementara, persentase N-total dalam tanah juga cenderung sejalan dengan persentase C-organik tanah yakni jika N-total tanah rendah maka nilai C-organik juga rendah dan begitu sebaliknya (Patti *et al.*, 2013). Selanjutnya, hasil uji pH menunjukkan bahwa tanah percobaan berharkat agak masam (pH 6,04) (Balittan, 2009). Dengan demikian perlakuan dengan PGPR diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan dan penyerapan hara N oleh tanaman, sementara penambahan biochar diharapkan mampu menurunkan tingkat kemasaman tanah dan mempertahankan bentuk bahan organik tanah dalam waktu yang cukup lama.

#### Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total Tanah

Tabel 2. Rata-rata N-Total Tanah pada Berbagai Perlakuan PGPR dan Sistem Tanam

Perlakuan PGPR	N-Total (%)
P0	0,043 b
P1	0,05 a
P2	0,051 a
BNJ 5%	0,0049
Sistem Tanam	
T0	0,04 b
T1	0,05 a
T2	0,05 a

Perlakuan PGPR	N-Total (%)
BNJ 5%	0,0064

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut uji BNJ. T0= Tumpangsari Porang dan Jagung, T1= Monokultur Porang, T2= Monokultur Jagung, P0= (kontrol), P1= Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2= Aplikasi PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha.

Pada Tabel 2 di atas, hasil analisis akhir N total tanah setelah percobaan menunjukkan bahwa perlakuan PGPR dari jenis akar bambu (P1) dan rumput gajah (P2) yang masing-masing dikombinasikan dengan biochar 20 ton/ha berbeda nyata dari perlakuan kontrol (P0). Konsentrasi N total tanah tertinggi pada penelitian ini, diperoleh dari pemberian PGPR akar rumput gajah 20 ml/l + biochar 20 ton/ha (P2) yakni sebesar 0,051% dan diikuti dengan pemberian PGPR akar bambu + biochar 20 ton/ha (P1) sebanyak 0,05% serta konsentrasi N total tanah terendah diperoleh dari perlakuan tanpa adanya pemberian PGPR dan biochar (P0).

Dari hasil analisis N total tanah yang diperoleh tersebut, sangat penting untuk dibahas mengingat nitrogen merupakan salah satu hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang cukup banyak (Hanafiah (2010). Menurut Hardjowigeno (2007), ketersediaan nitrogen dalam tanah berasal dari pengikatan N dari udara oleh mikroorganisme (salah satunya lewat pemberian PGPR), bahan organik tanah, pupuk, dan air hujan. Lebih lanjut, pemberian pupuk kandang sebagai pupuk dasar pada percobaan ini juga mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah sehingga mempengaruhi hasil analisis akhir N total tanah. Pemberian pupuk kandang pada lahan mampu meningkatkan penyediaan hara N dalam tanah karena lebih cepat terdekomposisi (Widowati *et al.*, 2005).

Selanjutnya, pada Tabel 4.2 di atas juga menunjukkan bahwa faktor sistem tanam berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N total tanah. Perlakuan monokultur porang (T1) dan monokultur jagung (T2) berbeda nyata dari perlakuan tumpangsari porang-jagung (T0) untuk nilai N total tanah yang diperoleh. Penerapan sistem tanam monokultur porang (T1) dan monokultur jagung (T2) menunjukkan ketersediaan N total tanah lebih tinggi yaitu sama-sama sebesar 0,05% dibandingkan penerapan sistem tanam tumpangsari porang-jagung yakni sebesar 0,04%. Hasil yang diperoleh tersebut terbilang sangat logis, karena semakin banyak populasi tanaman maka semakin banyak pula jumlah nitrogen yang dibutuhkan dan diserap oleh tanaman. Sistem tanam monokultur hanya membudidayakan satu jenis tanaman, sementara penerapan sistem tanam tumpangsari mengusahakan lebih dari satu jenis tanaman, sehingga satuan jumlah tanaman dalam suatu lahan otomatis meningkat.

Menurut Ma'shum (2005), masing-masing jenis tanaman akan membutuhkan jumlah unsur hara yang berbeda-beda sehingga sifat dan banyaknya tanaman yang menyerap unsur N menjadi salah satu penyebab rendahnya konsentrasi N di dalam tanah. Dalam penelitian ini sifat dan karakteristik tanaman porang dan jagung jelas berbeda, sehingga jumlah dan kebutuhan unsur hara N dari kedua tanaman tersebut juga pasti berbeda-beda. Selain itu, rendahnya kadar hara N di dalam tanah juga disebabkan sifatnya yang mudah bergerak (*mobile*) karena berbentuk gas, sehingga mudah hilang dan berubah bentuk (Hanafiah, 2010).

### Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Tanaman

#### a. Tinggi Tanaman Jagung (cm)

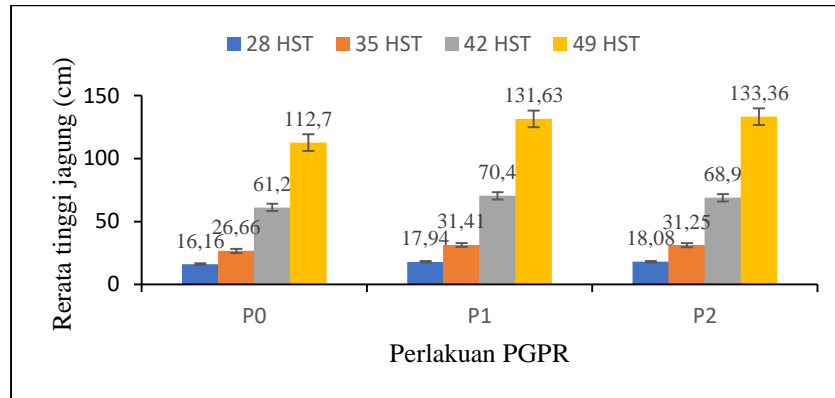
Tabel 3. Rata-rata Tinggi Tanaman Jagung pada berbagai Perlakuan PGPR dan Sistem Tanam

Perlakuan PGPR	Rerata tinggi tanaman jagung (cm)			
	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
P0	16,16 b	26,66 b	61,2 b	112,7 b
P1	17,94 a	31,41 a	70,4 a	131,63 a
P2	18,08 a	31,25 a	68,9 a	133,36 a
BNJ 5%	0,96	2,46	5,18	10,54
Sistem Tanam				
T0	17,62 a	29,97 a	67,40 a	128 a
T2	17,18 a	29,59 a	66,27 a	123,8 a
BNJ 5%	NS	NS	NS	NS

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut uji BNJ. T0= Tumpangsari Porang dan Jagung, T2= Monokultur Jagung, P0= (kontrol), P1= Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2= Aplikasi PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha.

Pada Tabel 3 di atas, perlakuan PGPR akar bambu 20 ml/l + biochar 20 ton/ha (P1) dan perlakuan PGPR akar rumput gajah 20 ml/l + biochar 20 ton/ha (P2) berbeda nyata dari perlakuan P0 (kontrol) untuk tinggi jagung pada setiap umur.

Berdasarkan Gambar 4.1 di bawah, pada umur 49 HST perlakuan P2 memberikan tinggi jagung paling bagus yakni 133,36 cm, diikuti oleh perlakuan P1 dengan tinggi 131,63 cm, dan tinggi jagung terendah diperoleh dari perlakuan P0 (kontrol) yaitu 112,7 cm. Hasil penelitian ini menandakan bahwa pemberian PGPR yang berbahan dasar akar bambu dan akar rumput gajah yang dikombinasikan dengan biochar memberikan pertumbuhan tinggi jagung lebih bagus dibandingkan tanpa penggunaan PGPR dan biochar. Penggunaan PGPR yang dikombinasikan dengan biochar diduga mampu menyediakan unsur hara N secara optimal sehingga dapat digunakan oleh jagung untuk fase vegetatif, khususnya untuk pertumbuhan tinggi tanaman.



Gambar 1. Respon Tinggi Jagung Akibat Pemberian PGPR

Tanaman jagung memerlukan unsur hara N dalam jumlah yang cukup untuk proses pertumbuhannya. Secara keseluruhan hara N berguna untuk merangsang pertumbuhan pada fase vegetatif tanaman, dalam hal ini digunakan untuk sintesa asam amino dan protein. Selain itu, nitrogen juga sangat dibutuhkan untuk pembentukan senyawa asan nukleat, nukleofida, klorofil, dan enzim (Mulyati dan Lolita, 2006).

Jika ditinjau kembali hasil analisis tanah awal, keberadaan unsur hara N tergolong rendah pada lahan percobaan dan seharusnya fase vegetatif tanaman jagung akan terhambat karena kekurangan unsur hara N. Namun dengan adanya pemupukan pada tanaman jagung pada akhirnya kebutuhan N dapat tercukupi. Selain dengan pemupukan, diduga ketersediaan hara N dalam tanah juga disediakan oleh mikroba yang terkandung dalam kedua jenis PGPR tersebut.

Berdasarkan penelitian Kalay *et al.* (2020) hasil ekstraksi jenis mikroba pada akar bambu dan akar rumput gajah terdapat bakteri *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Azospirillum sp.* Dari hasil identifikasi jenis bakteri tersebut, *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum sp.* merupakan bakteri yang memiliki kemampuan menambat N di udara dan dapat diserap oleh tanaman. Menurut Garner *et al.* (1995) unsur N yang berada bebas di udara akan difiksasi oleh bakteri *Azospirillum sp.* mengubahnya menjadi sebuah jaringan yang kemudian melalui proses pelapukan, amonifikasi, dan nitrifikasi akan memberikan sebagian nitrogen udara sebagai nitrogen yang tersedia untuk tanaman tingkat tinggi. Sedangkan menurut Tilak *et al.* (2005) *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) *Azotobacter sp.* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui fiksasi N di udara.

b. Tinggi Porang (cm)

Tabel 4.4. Rata-rata Tinggi Porang pada berbagai Perlakuan PGPR dan Sistem Tanam

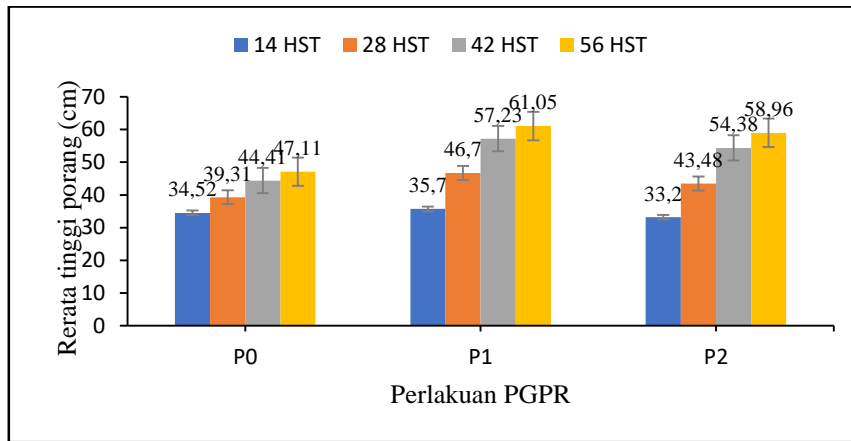
Perlakuan PGPR	Rata-rata tinggi porang (cm)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
P0	34,52 a	39,31 c	44,41 b	47,11 b
P1	35,7 a	46,7 a	57,23 a	61,05 a
P2	33,2 a	43,48 b	54,38 a	58,96 a
BNJ 5%	NS	2,99	3,58	3,84
Sistem Tanam				
T0	36,63 a	45,47 a	55,03 a	58,55 a
T1	32,32 b	40,87 b	48,99 b	52,87 b
BNJ 5%	2,84	3,37	2,84	2,39

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut uji BNJ. T0= Tumpangsari Porang dan Jagung, P0= (kontrol), P1= Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2= Aplikasi PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha.

Pada Tabel 4 di atas, perlakuan T0 (tumpangsari porang-jagung) berbeda nyata dari perlakuan T1 (monokultur porang) untuk tinggi porang pada setiap umur. Hal ini menandakan bahwa penerapan sistem tanam integrasi porang dan jagung memberikan pertumbuhan tinggi porang yang lebih baik dibandingkan penerapan

sistem monokultur porang. Sedangkan, pada tabel tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 berbeda nyata dari perlakuan P0 (kontrol) untuk tinggi porang pada umur 28, 42, dan 56 HST.

Gambar 4.2 di bawah, menampilkan pada umur 56 HST Gambar 1 di atas, menampilkan bahwa pada umur 56 HST perlakuan P1 memberikan tinggi porang terbaik yakni 61,05 cm, diikuti oleh perlakuan P2 dengan tinggi 58,96 cm, dan tinggi porang terendah diperoleh dari perlakuan P0 (kontrol) yaitu 47,11 cm. Hasil penelitian ini menandakan bahwa pemberian PGPR yang dikombinasikan dengan biochar berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman porang dibandingkan tanpa penggunaan PGPR dan biochar.



Gambar 2. Pengaruh Aplikasi PGPR Respon Terhadap Tinggi Porang

Seperti halnya dengan tanaman yang lain, porang membutuhkan nutrisi dan unsur hara yang cukup untuk mengoptimalkan setiap tahap pertumbuhannya. Menurut Saleh *et al.* (2015) peningkatan dosis pupuk N dari 100 Kg menjadi 200 Kg/ha atau pupuk K<sub>2</sub>O dari 75 Kg menjadi 150 Kg/ha akan meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman porang. Berkaitan dengan pernyataan tersebut, pemupukan porang hanya diberikan sekali selama penelitian ini yaitu pemberian pupuk kandang 20 ton/ha sebagai pupuk dasar. Penggunaan pupuk kandang dirasa lebih sesuai dibandingkan pupuk anorganik, karena selain memiliki unsur hara yang kompleks, aplikasi pupuk kandang juga diharapkan mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah.

Kandungan bahan organik pada lahan kering tergolong rendah yaitu kurang dari 1% dan apabila dibandingkan dengan lahan yang sehat kandungan bahan organiknya sekitar 3-5%, maka lahan kering harus dikelola secara serius melalui rehabilitasi seperti penambahan bahan organik kedalam tanah (Samosir, 2000). Oleh karena adanya masukan bahan organik dalam jumlah yang cukup banyak seperti penambahan pupuk kandang dan biochar, maka mikroba dari aplikasi PGPR memperoleh kondisi yang sangat baik dalam mengoptimalkan penyediaan unsur hara yang diperlukan tanaman porang untuk pertumbuhan tinggi. Sehingga, pada budidaya porang tanpa pemberian PGPR dan biochar akan menghasilkan pertumbuhan tinggi porang yang kurang optimal.

*Pengaruh Perlakuan Terhadap Hasil Tanaman*

*a. Bobot Pertongkol Jagung (g)*

Tabel 5. Rata-rata Bobot Segar Pertongkol (BST) dan Bobot Kering Pertongkol (BKT) pada berbagai Perlakuan PGPR dan Sistem Tanam

Perlakuan PGPR	BST (g)	BKT (g)
P0	226,2 b	163,8 c
P1	312,07 a	217,1 b
P2	321,23 a	227,6 a
BNJ 5%	27,41	5,96
<b>Sistem Tanam</b>		
T0	289,22 a	205,71 a
T2	283,78 a	199,96 b
BNJ 5%	NS	12,58

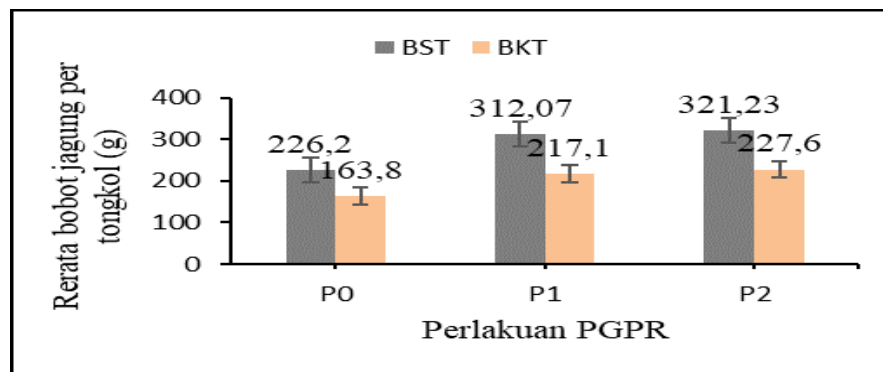
Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut uji BNJ. T0= Tumpangsari Porang dan Jagung, T2= Monokultur Jagung, P0= (kontrol), P1= Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2= Aplikasi PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha.

Pada Tabel 5 di atas, perlakuan P2 dan P1 berbeda nyata dari perlakuan P0 untuk parameter bobot pertongkol segar, sementara pada parameter bobot pertongkol kering setiap perlakuan PGPR menunjukkan hasil yang berbeda nyata satu sama lain. Selanjutnya pada faktor sistem tanam menunjukkan bahwa perlakuan sistem

tanam integrasi porang-jagung (T0) dan monokultur jagung (T2) tidak berbeda nyata untuk parameter bobot pertongkol segar, sedangkan untuk parameter bobot pertongkol kering setiap perlakuan saling berbeda nyata.

Sistem tanam integrasi porang-jagung (T0) memberikan hasil bobot pertongkol kering jagung yang lebih tinggi dibandingkan sistem tanam monokultur jagung (T2). Hal ini menandakan bahwa kompetisi unsur hara antara jagung dengan porang sangat minim terjadi. Minimnya kompetisi unsur hara antara tanaman bisa jadi dipengaruhi oleh pengaturan waktu tanam yang mengakibatkan kebutuhan unsur hara untuk setiap tanaman pada setiap fase pertumbuhan berbeda-beda. Sehingga keberadaan unsur hara yang dibutuhkan untuk pembentukan tongkol jagung berjalan dengan baik dan optimal.

Pada Gambar 3 di bawah menampilkan bahwa rata-rata bobot pertongkol segar terberat diperoleh dari perlakuan P2 yakni 321,23 g dan diikuti oleh perlakuan P1 sebesar 312,07 g serta bobot terendah diperoleh dari perlakuan P2 (kontrol) yakni 226,2 g. Sedangkan untuk rata-rata bobot pertongkol kering jagung, perlakuan P2 mampu memberikan berat terbaik yakni 227,6 g, diikuti oleh perlakuan P1 sebesar 217,1 g, dan bobot terendah diperoleh dari perlakuan P0 (kontrol) yakni sebesar 163,8 g. Dengan demikian, penggunaan kedua jenis PGPR yang dikombinasikan biochar memberikan bobot pertongkol segar dan bobot pertongkol kering jagung yang lebih baik dibandingkan penggunaan tanpa PGPR dan biochar.



Gambar 3. Pengaruh Aplikasi PGPR Terhadap Rata-rata Bobot Segar Pertongkol (BST) dan Bobot Kering Pertongkol (BKT) Jagung

Dari hasil yang diperoleh tersebut, akibat pemberian PGPR yang dikombinasikan dengan biochar diduga mampu mengoptimalkan penyediaan unsur hara yang digunakan oleh tanaman dalam proses pembentukan tongkol dan pengisian biji jagung. Menurut Cummings (2009), penggunaan pupuk hayati PGPR mampu meningkatkan produktifitas tanaman melalui kemampuan uniknya seperti meningkatkan serapan  $\text{NO}_3^-$  dalam tanah dengan memfiksasi N udara, sehingga dengan secara dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

#### b. Bobot Perumbi (g)

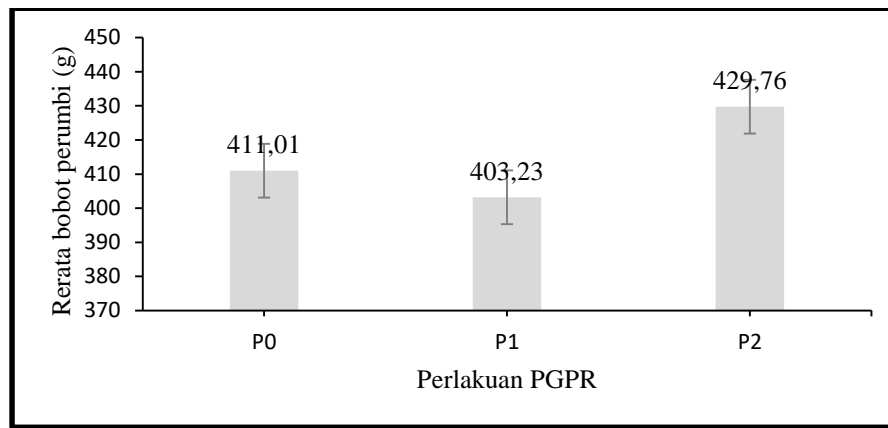
Tabel 6. Rata-rata Bobot Perumbi pada berbagai Perlakuan PGPR dan Sistem Tanam

Perlakuan PGPR	Bobot perumbi (g)
P0	411,01 a
P1	403,23 a
P2	429,76 a
BNJ 5%	NS
Sistem Tanam	
T0	418,47 a
T1	410,88 a
BNJ 5%	NS

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut uji BNJ. T0= Tumpangsari Porang dan Jagung, P0= (kontrol), P1= Aplikasi PGPR akar bambu 20 ml/liter + biochar 20 ton/ha, dan P2= Aplikasi PGPR akar rumput.

Pada Tabel 6. menunjukkan bahwa untuk sistem tanam, setiap perlakuan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata. Sementara perlakuan PGPR yaitu P0, P1 dan P2 juga tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada bobot perumbi yang dihasilkan.





Gambar 4. Pengaruh Aplikasi PGPR Terhadap Bobot Perumbi

Pada Gambar 4. di atas menampilkan bahwa rata-rata bobot perumbi yang terberat diperoleh dari perlakuan P2 yakni 429,76 g dan diikuti oleh perlakuan P0 (kontrol) 411,01 g serta bobot terendah diperoleh dari perlakuan P1 yaitu sebesar 403,23 g. Dari hasil yang diperoleh tersebut penggunaan PGPR yang dikombinasikan biochar belum mampu berpengaruh pada peningkatan bobot perumbi yang dihasilkan. Jika diamati nampaknya penggunaan PGPR berbahan dasar akar rumput gajah cenderung memberikan hasil bobot perumbi lebih bagus dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Seperti tanaman umbi-umbian pada umumnya, porang dapat menghasilkan umbi dengan baik pada tanah bertekstur ringan hingga sedang, gembur, subur, dan memiliki kandungan bahan organik cukup tinggi, serta aerasi yang baik (Ermiati dan Lasmanahardja, 1996). Lebih lanjut, pada setiap periode bobot umbi porang sangat beragam, pada periode pertama bobot umbi sekitar 50-200 g, periode kedua 250-1.350 g, dan periode ketiga mampu berbobot 450-3.350 g (Saleh et al., 2015). Sementara dalam penelitian ini tanaman porang termasuk dalam periode kedua, sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan PGPR yang dikombinasikan biochar tetap mampu menghasilkan bobot umbi porang yang tergolong normal meskipun pada lahan kering yang kurang subur dan bahkan pemberian PGPR dan biochar dapat meningkatkan bobot umbi sebanyak 38 % (PGPR akar bambu) dan 41,82% (PGPR akar rumput gajah) yang dibandingkan bobot umbi terendah pada periode kedua yaitu 250 g.

Berdasarkan hasil porang yang diperoleh dalam penelitian ini, kedepannya sangat diperlukan penelitian yang lebih mendalam terkait pengaruh aplikasi PGPR yang dikombinasikan dengan biochar terhadap hasil umbi porang pada lahan kering Lombok Utara. Hal ini dimaksudkan, karena dalam penelitian ini akibat keterbatasan waktu penelitian menjadikan tanaman porang dipanen sebelum waktunya yaitu dipanen pada umur 3 bulan lebih awal dari umur 6 bulan waktu optimum pemanenan porang. Sehingga, pengaruh perlakuan terhadap umbi porang kemungkinan besar prosesnya masih berlangsung sampai waktu optimum pemanenan porang.

**Analisis Nisbah Kesetaraan Lahan**

Tabel 7. Nilai Nisbah Kesetaraan Lahan Pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Hasil Sistem Integrasi (ton/ha)		Hasil Sistem Non Integrasi (ton/ha)		NKL/LER	
	Porang (T0)	Jagung (T0)	Porang (T1)	Jagung (T2)	Porang	Jagung
P0	3,97	9,5	3,93	8,8	1,010	1,080
P1	3,97	10,7	4,03	9,7	0,985	1,103
P2	4,27	9,8	4,03	9,3	1,060	1,054
Rerata	4,07	10	3,997	9,267	1,018	1,079

Nisbah kesetaraan lahan atau *land equivalent ratio* (LER) merupakan suatu model persamaan untuk menentukan efisiensi penggunaan lahan pada suatu sistem pertanian integrasi (tumpang Sari). Dalam penelitian ini, model persamaan LER akan digunakan untuk memperkirakan pengaruh kompetisi dan keuntungan hasil dari sisi lahan berkat penggunaan pola integrasi tanaman jagung dan porang. Hasil perhitungan LER dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 7.

Pada tabel menunjukkan bahwa nilai rata-rata LER integrasi porang dan jagung yaitu lebih dari satu (>1). Nilai tersebut menandakan bahwa pola tanam integrasi porang dan jagung sangat sesuai untuk diterapkan. Nilai LER (*Land Equivalent Ratio*) dan ATER (*Area Time Equivalent Ratio*) lebih dari satu >1 menggambarkan bahwa sistem tanam monokultur memerlukan lahan yang lebih luas dibandingkan dengan pola tumpang Sari (Hernita, 2001). Sebaliknya, jika nilai LER lebih kecil dari satu (< 1) maka pola integrasi tersebut tidak sesuai untuk diterapkan.

Pada tanaman porang, nilai LER tertinggi diperoleh dari perlakuan P1 yakni 1,060 dan diikuti perlakuan P0 (kontrol) 1,010 serta perlakuan P2 memberikan nilai LER terendah yaitu 0,895. Sedangkan, pada tanaman jagung

perlakuan P1 memberikan nilai LER tertinggi yakni 1,103 yang diikuti perlakuan P2 (1,08) dan nilai LER terendah diperoleh dari perlakuan P2 (1,054). Sedangkan dari rata-rata hasil integrasi, pola penerapan tumpangsari porang dengan jagung mampu meningkatkan hasil porang 1,83% lebih tinggi dibandingkan pola monokultur dan tanpa mengurangi hasil jagung. Sehingga, penerapan pola integrasi pada tanaman porang dan jagung dengan pemberian PGPR yang dikombinasikan biochar lebih menguntungkan dibandingkan dengan pola non integrasi.

Dalam penelitian ini, nilai LER pada sistem integrasi porang-jagung baik pemberian PGPR dan biochar maupun tanpa pemberian PGPR dan biochar sangat sesuai untuk diterapkan. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan faktor tumbuh dan tercukupinya unsur hara dari kedua jenis tanaman tersebut. Dari kebutuhan pencahayaan, porang tetap mampu tumbuh secara optimal pada kondisi naungan dan ini dikarenakan porang tergolong tanaman bertipe C3. Sementara jagung merupakan tanaman bertipe C4 yang memerlukan pencahayaan secara penuh untuk pertumbuhannya, sehingga integrasi dari kedua tanaman tersebut tidak saling menghambat faktor tumbuh masing-masing dan mampu bersinergi secara baik untuk diintegrasikan.

Menurut Ceunfin *et al.* (2015) pemilihan kombinasi tanaman dan sistem pertanaman yang tepat serta adanya hubungan atau simbiosis mutualisme antar tanaman yang ditanam secara integrasi merupakan faktor penentu yang menjadi peningkatan produktivitas lahan tersebut. Lebih lanjut dalam penelitian ini, pemberian hara lewat pemupukan dengan dosis yang tepat baik pada tanaman jagung dan porang mampu mencegah terjadinya persaingan hara antar tanaman yang diintegrasikan, sementara pemberian PGPR yang dikombinasikan biochar pada lahan mampu mengoptimalkan penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanpa penggunaan PGPR dan biochar.

## CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi PGPR yang dikombinasikan dengan biochar berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman integrasi porang dan jagung, namun tidak berpengaruh nyata terhadap hasil dari tanaman integrasi tersebut.
2. Tinggi jagung terbaik diperoleh akibat pemberian PGPR akar rumput gajah + biochar 20 ton/ha yakni 133,36 cm. Sedangkan, tinggi porang terbaik diperoleh akibat pemberian PGPR akar bambu + biochar 20 ton/ha yakni 61,05 cm.
3. Aplikasi PGPR yang dikombinasikan dengan biochar berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N-total tanah.
4. Nilai nisbah kesetaraan lahan pada sistem tanam integrasi porang-jagung yakni lebih dari satu ( $>1$ ), menunjukkan sangat sesuai dan relevan untuk diterapkan pada lahan kering Lombok Utara.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat penulis selesaikan. Khususnya penulis khaturkan banyak terimakasih yang tak terhingga kepada Ibu Prof. Ir. Mulyati, S.U., Ph.D. selaku pembimbing utama, dan Bapak Prof. Ir. Suwardji, M. App. Sc. Ph.D. selaku dosen pembimbing pendamping, dan Bapak Ir. Lalu Arifin Ariabhakti, M. Agr. yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam kesempurnaan skripsi ini.

Selanjutnya penulis sampaikan terimakasih yang terdalam kepada ayahanda Arifin dan ibunda tercinta Siti Hadiyah, serta segenap keluarga atas do'a, harapan dan segala pengorbanannya yang tak terbilang selama ini. Penulis juga sampaikan terimakasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

## REFERENCES

- Balittan (balai penelitian tanah). 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Edisi II*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Beets, W.C. 1982. *Multiple Cropping and Tropical Farming System*. Gower Publ Co. Chicago.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2002. *Nusa Tenggara Barat Dalam Angka*. Kerjasama Kantor Perwakilan Biro Pusat Statistik Provinsi NTB dengan Kantor Bappeda Tk. I NTB. Mataram.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2014. *Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi Agustus 2014*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Cahyani T. A., M. I. Putrayani, Hasrullah, M. Ersyan, T. Aulia S., A. M. Jaya. 2017. *Teknologi Formulasi Rhizobakteria Berbasis Bahan Lokal dalam Menunjang Bioindustri Pertanian Berkelanjutan*. Hasanuddin Student Journal. Vol. 1(1): 16-21.
- Ceunfin. S., D. Prajitno. & P. Suryanto. 2015. *Tata Kelola Tumpangsari Jagung dan Kedelai di Bawah Tegakan Kayu Putih Terhadap Hasil Kedelai*. Seminar Nasional Kebijakan dan Hasil Penelitian Pertanian IV dalam Rangka Dies Natalis ke-69 Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
- Cummings, P.S. 2009. *The Application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) In Low Input and Organic Cultivation of Gramineous Crops; Potential and Problems*. Environmental Biotech. 5(2):43-50.

- Ermiaati dan M.P. Lasmanahardja. 1996. *Manfaat Iles-iles (Amorphophallus sp.) sebagai Bahan Baku Makanan dan Industri*. Jurnal Litbang Pertanian 15(3):74-80.
- Garner, F.P., R.B. Pearce dan R.I. Mirchel. 1995. *Phyciology of Crop Plants*. The Iowa States University Press, Ames. Iowa.
- Hanafiah K. A. 2010. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hardjowigeno. 2007. *Ilmu Tanah*. Pusaka Utama. Jakarta.
- Hernita, D. 2001. *Kajian Ragam Tumpangsari antara Labu Kuning dan Jagung*. Tesis Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Indriyani, T. T. 2015. *Uji Daya Tumbuh Porang (Amorphophallus muelleri Blume) dari Berbagai Variasi Potongan Biji*. Jurnal Biotropika Universitas Brawijaya. Vol 3. No.1.
- Kalay, A.M., Siregar, A., Sesa, A., dan Talahaturuson, A. 2020. *Aplikasi Agens Hayati dari Perakaran Bambu dan Rumput Gajah untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun dan Peningkatkan Hasil Tanaman pada Sawi (Brassica rapa)*. Jurnal Agro, Vol 7 No. 10. Hal. 43.
- Kammann, C., Glaser, B., & Schmidt, H.P. 2016. *Combining Biochar and Organic Amendments*. Biochar in European Soils, Routledge, London: 136-164.
- Kusumo, B, H., M Ma'shum, I.W. Karda, L.E. Susilowati. 2011. *Teknologi Pengembangan Sorghum Untuk Pakan Ternak di Lahan Kering Guna Mendukung Program Bumi Sejuta Sapi di NTB*. Laporan. Penelitian Ristek tahun Anggaran 2011. Universitas Mataram.
- Ma'shum, M. 2005. *Kesuburan Tanah Dan Pemupukan*. Mataram University Press. Mataram.
- Mulyati dan Lolita E. S. 2006. *Pupuk dan Pemupukan*. UPT Mataram University Press. Mataram.
- Patti, P.S., E. Kaya dan Silahooy. Ch. 2013. *Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat*. Agrologia, Vol. 2 No. 1. Hal. 54.
- Rai, M. K. 2006. *Handbook of Microbial Biofertilizer*. Food Production Press. New York.
- Saleh, N., Rahayuningsih, St. A., Radjit, B. S., Ginting, E., Harnowo, D., Mejaya, I. M. J. 2015. *Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya dan Pemanfaatannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Samosir, S. R. 2000. *Pengelolaan Lahan Kering. Bahan Bacaan. Mata Kuliah Kimia dan Kesuburan Tanah*. Program Pascasarjana Universitas Hassanuddin. Makassar.
- Sudantha, I. M., dan Suwardji. 2013. *IBM Gapoktan Montong Are Bersatu dan Tumbuh Jaya dalam Upaya Perbanyak Bibit Pisang Bebas Penyakit Layu Fusarium dan Pengembangan Budidayanya di Lahan Kering*. Dibiayai Direktorat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Dirjen Dikti Kemendikbut RI.
- Sukartono dan Utomo, W.H. 2012. *Peranan Biochar sebagai Pembenh Tanah pada Pertanaman Jagung di Tanah Lempung Berpasir (Sandy Loam) Semiarid Tropis Lombok Utara*. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12: No. 1. Hal: 91-98.
- Sumarwoto. 2005. *Iles-iles (Amorphophallus muelleri Blume); Deskripsi dan Sifat-sifat lainnya*. Biodiversitas, 6 (3): 185-190.
- Suwardji, Suardiari, G. dan Hippi, A. 2007. *Meningkatkan Efisiensi Air Irigasi dari Sumber Air Tanah dalam pada Lahan Kering Pasiran Lombok Utara Menggunakan Teknologi Irigasi Springkler Big Gun*. Prosiding Kongres Nasional HITI IX, 5-7 Desember 2007, Yogyakarta.
- Tilak KVBR, Ranganyaki N, Pal KK, De R, Saxena AK. 2005. *Diversity of Plant Growth and Soil Health Supporting Bacteria*. Curr Sci 89: 136-150.
- Widowati, Sri Widawati, dan W. Hartati. 2005. *Pengaruh Pupuk Organik, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik*. Balai Penelitian Sayur. Lembang.