

## Efisiensi Serapan Hara Nitrogen Tanaman Jagung Manis dengan Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Arang Sekam

Eko Hary Pudjiwati, Ai Siti Mariam  
Universitas Borneo Tarakan  
Email: eko.pudjiwati@borneo.ac.id

### Abstrak

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang ketersediaannya di dalam tanah berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur hara Nitrogen mudah hilang melalui proses penguapan, pencucian, erosi dan denitrifikasi. Hal ini akan mempengaruhi serapan dan efisiensi serapan hara Nitrogen. Salah satu usaha untuk dapat meningkatkan efisiensi serapan hara adalah dengan pengelolaan hara terpadu yaitu dengan pemberian bahan organik, pemupukan anorganik dan pemanfaatan pupuk hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi serapan hara nitrogen, pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis pada lahan yang ditambahkan arang sekam dan tiga isolate rizobakteri penambat nitrogen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok, 5 perlakuan diulang 4 kali. Perlakuan didalam penelitian ini sebagai berikut: B0 : Tanpa pupuk, tanpa arang sekam dan tanpa bakteri penambat nitrogen; B1 : 100% Urea + 100% KCL + 100% SP-36; B2 : Arang sekam 20 ton/ha+ isolat B<sub>5(19)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL); B3 : Arang sekam 20 ton/ha + isolat B<sub>5(9)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL); B4 : Arang sekam 20 ton/ha + isolat B<sub>3(9)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL). Hasil penelitian menunjukkan aplikasi bakteri penambat nitrogen dan arang sekam dapat meningkatkan serapan hara dan efisiensi serapan hara Nitrogen tanaman jagung manis dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Isolat B<sub>5(19)</sub> memberikan nilai efisiensi serapan hara nitrogen, pertumbuhan dan produksi jagung manis yang lebih baik dibandingkan isolat B<sub>5(9)</sub> dan B<sub>3(9)</sub>.

**Kata kunci:** Efisiensi serapan hara, rizobakteri, penambat Nitrogen, jagung manis

### Abstract

Nitrogen is one of the macro nutrients whose availability in the soil plays an important role in plant growth and development. Nitrogen nutrients are easily lost through the process of evaporation, washing, erosion and denitrification. This will affect the uptake and efficiency of Nitrogen nutrient uptake. One of the efforts to increase the efficiency of nutrient uptake is by integrated nutrient management, namely by providing organic matter, inorganic fertilization and the use of biological fertilizers. This study aims to determine the efficiency of nitrogen uptake, growth and production of sweet corn on land that was added with husk charcoal and three isolates of nitrogen fixing rhizobacteria. The research design used was a randomized block design, 5 treatments were repeated 4 times. The treatments in this study were as follows: B0 : No fertilizer, no husk charcoal and no nitrogen fixing bacteria; B1 : 100% Urea + 100% KCL + 100% SP-36; B2 : Husk charcoal 20 tons/ha+ isolate B<sub>5(19)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL); B3 : Husk charcoal 20 tons/ha + isolate B<sub>5(9)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL); B4 : Husk charcoal 20 tons/ha + isolate B<sub>3(9)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL). The results showed that the application of nitrogen-fixing bacteria and husk charcoal could increase nutrient uptake and nitrogen uptake efficiency of sweet corn plants and reduce the use of inorganic fertilizers. Isolate B<sub>5(19)</sub> gave better efficiency value of nitrogen nutrient uptake, growth and production of sweet corn than isolates B<sub>5(9)</sub> and B<sub>3(9)</sub>.

**Keywords:** Efficiency of nutrient uptake, rhizobacteria, nitrogen fixing, sweet corn

## PENDAHULUAN

Jagung manis (*Zea mays saccharate* Sturt) merupakan salah satu komoditas yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia, baik dalam bentuk segar maupun olahan. Kebutuhan jagung manis untuk industri lebih besar dibandingkan sebagai bahan pangan. Permintaan jagung manis yang tinggi baik sebagai bahan baku industri maupun bahan pangan, memerlukan upaya peningkatan produksi jagung manis. Pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Salah satu faktor eksternal yang berpengaruh adalah unsur hara. Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang ketersediaannya di dalam tanah berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Unsur hara Nitrogen mudah hilang melalui proses penguapan, pencucian, erosi dan denitrifikasi. Hal ini akan mempengaruhi serapan dan efisiensi serapan hara Nitrogen. Efisiensi serapan hara nitrogen adalah rasio antara jumlah unsur hara N yang diserap oleh tanaman dengan jumlah hara N yang diberikan. Apabila efisiensi serapan Nitrogen rendah dan pupuk yang diberikan tinggi maka dapat terjadi penurunan kualitas lingkungan dan berdampak juga pada pemanasan global (global warming). Takaran pupuk N yang diberikan berpengaruh terhadap emisi gas  $N_2O$  dan  $NH_3$  juga pencucian  $NO_3$ . Penguapan  $N_2O$  dan pencucian  $NO_3$  meningkat secara eksponensial dengan bertambahnya takaran N, sedangkan

penguapan  $NH_3$  meningkat secara linier (Wang *et al.*, 2014). Cai *et al.* (2002) menyatakan pada budidaya jagung terjadi kehilangan hara N yaitu melalui penguapan sebesar 11-48%, denitrifikasi 0,8 – 1,2% dan emisi  $N_2O$  berkisar 0,9 – 1,7% untuk takaran Urea yang diberikan. Kehilangan hara N dalam bentuk pencucian  $NO_3$  sebesar 15% (Zhou & Butter-Bahl, 2013).

Salah satu usaha untuk dapat meningkatkan efisiensi serapan hara adalah dengan pengelolaan hara terpadu yaitu dengan pemberian bahan organik, pemupukan anorganik dan pemanfaatan pupuk hayati. Fungsi bahan organik yang diaplikasikan ke dalam tanah sebagai sumber hara dan sebagai bahan pembenah tanah (ameliorant) untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Salah satu bahan organik yang potensial digunakan sebagai pembenah tanah adalah arang sekam padi. Arang sekam merupakan salah satu bahan organik pembenah tanah, yang mampu memperbaiki sifat kimia tanah, seperti meningkatkan pertukaran kation (KTK), C-organik, pH tanah, serta unsur hara dalam tanah seperti Ca, Mg dan K. Nurida (2014) melaporkan bahwa pemberian arang sekam 7,7 ton/ha mampu meningkatkan pH dari 4,15 menjadi 4,22, C-organik dari 0,90% menjadi 1,01% dan KTK dari 4,75 menjadi 5,91  $cmol(+)/kg$ . Aplikasi pupuk hayati juga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan meningkatkan serapan hara. Penggunaan bakteri penambat Nitrogen mampu meningkatkan serapan hara N karena jumlah

mikroba penambat nitrogen tanah meningkat sehingga jumlah hara N juga meningkat. Jumlah nitrogen yang diserap tanaman jagung 60% berasal dari tanah dan 38% dari pemupukan (Xiaobin *et al.*, 2001).

Pada penelitian sebelumnya diperoleh isolate rizobakteri dari perakaran sawi yang mampu menambat nitrogen dan meningkatkan kandungan nitrat tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi serapan hara nitrogen, pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis pada lahan yang ditambahkan arang sekam dan tiga isolate rizobakteri penambat nitrogen yang diperoleh dari penelitian sebelumnya.

## **METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Tarakan pada bulan Maret – September 2022. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, 3 isolate rizobakteri penambat nitrogen isolate B<sub>5(19)</sub>, B<sub>5(9)</sub> dan B<sub>3(9)</sub>, arang sekam padi, benih jagung manis varietas bonanza F1, Urea, KCL, SP-36, agar, Nutrien Broth (NB). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok, 5 perlakuan diulang 4 kali. Perlakuan didalam penelitian ini sebagai berikut: B0 : Tanpa pupuk, arang sekam dan bakteri penambat nitrogen; B1 : 100% Urea + 100% KCL + 100% SP-36; B2 : Arang sekam 20 ton/ha+ isolate B<sub>5(19)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL); B3 : Arang sekam 20 ton/ha + isolate B<sub>5(9)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL); B4

: Arang sekam 20 ton/ha + isolate B<sub>3(9)</sub> + (50% Urea, 100% SP-36 + 100% KCL).

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi pembuatan arang sekam, pembuatan formulasi inokulum bakteri penambat nitrogen, persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, aplikasi perlakuan dan panen. Pembuatan arang sekam dilakukan dengan membakar sekam dan jika semua sekam padi sudah menghitam maka pembakaran dihentikan agar tidak menjadi abu. Persiapan lahan dimulai dengan pembersihan lahan dari gulma dan dilanjutkan dengan pembuatan bedengan berukuran 1 x 2 m, jarak antar bedengan 50 cm dan jarak antara ulangan 100 cm. Aplikasi arang sekam dilakukan 2 minggu sebelum tanam dengan takaran 20 ton/Ha, kecuali untuk perlakuan B0. Penanaman jagung dilakukan dengan jarak tanam 50 cm x 50 cm, dengan cara 2 benih dimasukkan ke dalam lubang tanam dengan kedalaman 5 cm. Apabila kedua benih tumbuh maka hanya disisakan 1 tanaman untuk setiap lubang tanam,

Persiapan inokulum dilakukan dengan membuat ekstrak tauge sebagai bahan pembawa. Sebanyak 30 mL isolate bakteri penambat nitrogen (suspensi bakteri dalam media NB) sesuai perlakuan diinokulasikan ke dalam 270 mL bahan pembawa cair ekstrak tauge ditutup dengan aluminium foil dan dilapisi plastik wrap, diberi label sesuai perlakuan. Selanjutnya kultur diinkubasi pada suhu ruang dengan diagitasi pada kecepatan 150 rpm selama 2 hari, setelah itu dilakukan

pengukuran kerapatan optik (OD) dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Aplikasi formula bakteri penambat nitrogen dilakukan dengan cara menyiram formulasi pada bedengan dengan dosis 10 ml per tanaman. Pengaplikasian dilakukan sebanyak 5 kali dimulai dari saat tanam (*seed treatment*), 2 MST (minggu setelah tanam), 4 MST, 6 MST dan 8 MST.

Aplikasi pupuk N (Urea) dilakukan sebanyak tiga kali pada 21 HST, 35 HST dan 49 HST dengan dosis sesuai dengan perlakuan. Pupuk P (TSP) dan K (KCl) diaplikasikan pada masing-masing unit percobaan (bedengan) dengan takaran yang sama yaitu 100% rekomendasi pupuk P dan K. Rekomendasi pupuk untuk jagung manis adalah Urea 350 kg/Ha, SP-36 150 kg/Ha, KCL 150 kg/Ha.

Pengamatan dilakukan pada semua tanaman di setiap bedengan (8 tanaman per bedeng, dua tanaman per bedeng untuk berat segar dan berat kering, untuk parameter lainnya jumlah sampel 6 tanaman per bedeng). Parameter tanaman yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, umur berbunga, berat segar tanaman, berat kering tanaman, berat tongkol berkelobot, berat tongkol tanpa kelobot, panjang tongkol, diameter tongkol dan efisiensi serapan hara Nitrogen. Efisiensi serapan hara N dilakukan pada saat fase vegetative maksimal (muncul daun bendera) dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rosmarkam dan Yuwono, 2004):

$$ESN = \frac{SP - SK}{HP} \times 100\%$$

ESN = Efisiensi Serapan hara N

SP = Serapan hara N pada tanaman yang dipupuk

SK = Serapan hara N pada tanaman yang tidak dipupuk

HP = Kadar hara N pada pupuk yang diberikan

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis tanah dan analisis jaringan tanaman. Analisis tanah dilakukan pada awal penelitian, pada saat tanam, pada fase vegetative maksimum dan pada akhir penelitian (saat panen) untuk parameter pH tanah, C-organik, N total, Nitrat dan Amonium. Analisis jaringan tanaman dilakukan pada fase vegetative maksimum untuk parameter N-total, Amonium dan Nitrat.

Data yang diperoleh di Uji Normalitas Data, Analisis Varians (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%. Untuk data yang tetap tidak berdistribusi normal setelah dilakukan transformasi data, dilakukan analisis statistik non parametrik Kruskal Wallis dilanjutkan dengan all pairwise. Analisis data menggunakan program SPSS 26.0.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis serapan hara Nitrogen dan efisiensi serapan hara Nitrogen semua perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa serapan hara Nitrogen tertinggi diperoleh dari perlakuan B2 sebesar 10,665 mg. Semua perlakuan yang menggunakan rizobakteri memberikan nilai serapan hara Nitrogen lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (B0) dan perlakuan pupuk anorganik 100% (B1). Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk hayati dengan penambahan arang sekam dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik khususnya Urea sampai 50%. Isolat rizobakteri yang digunakan mampu menambat nitrogen secara non simbiotik, oleh karena itu dapat menambah ketersediaan nitrogen di dalam tanah dan dapat meningkatkan serapan hara nitrogen tanaman jagung pada penelitian ini.

Tabel 1. Serapan hara dan efisiensi serapan hara Nitrogen

Perlakuan	Serapan hara Nitrogen (mg)	Efisiensi
		serapan hara Nitrogen (%)
B0	0,709	
B1	2,45	0,014
B2	10,665	0,077
B3	8,96	0,064
B4	6,423	0,044

Berdasarkan Tabel 1 juga dapat dilihat nilai efisiensi serapan hara Nitrogen pada aplikasi isolat rizobakteri penambat nitrogen dengan arang sekam (perlakuan B2, B3 dan B4) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B1.

Efisiensi serapan hara Nitrogen menunjukkan nisbah jumlah hara nitrogen yang diserap tanaman dengan jumlah hara Nitrogen yang diberikan melalui pupuk. Pada penelitian ini nilai efisiensi serapan hara Nitrogen secara umum sangat rendah tetapi nilai ini sudah menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan arang sekam dan isolat rizobakteri serta pupuk anorganik 50%, nilai efisiensi serapan hara nitrogennya lebih tinggi dibandingkan aplikasi pupuk anorganik 100%. Hal ini mengindikasikan bahwa pada perlakuan pupuk Urea 100% jumlah nitrogen yang diserap lebih sedikit, artinya pada saat hara nitrogen diberikan ke dalam tanah, tidak semua dapat diserap oleh tanaman, apalagi unsur nitrogen mudah sekali terjadi kehilangan baik oleh pencucian maupun penguapan. Aplikasi arang sekam dan isolat rizobakteri penambat nitrogen dan pupuk Urea 50% menunjukkan nilai efisiensi serapan hara nitrogen yang lebih baik. Penggunaan arang sekam dapat memperbaiki KTK tanah dan sebagai habitat yang baik bagi rizobakteri penambat nitrogen, sehingga rizobakteri penambat nitrogen dapat melakukan aktivitas penambatan nitrogen udara dan merubahnya menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Meningkatnya KTK tanah dapat menyimpan hara nitrogen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) baik hasil aplikasi Urea maupun penambatan Nitrogen oleh rizobakteri, hara Nitrogen menjadi tidak mudah hilang, sehingga dapat diserap oleh tanaman jagung. Pemberian arang sekam ke tanah dapat meningkatkan porositas tanah yang berpengaruh pada ketersediaan air

dan oksigen di dalam tanah yang akhirnya akan mempengaruhi ketersediaan hara nitrogen baik berupa ammonium maupun nitrat (Kamil dan Arifandi, 2019). Biochar (arang) juga berperan sebagai bioaktivator penyedia pupuk nitrogen sehingga mampu meningkatkan serapan nitrogen (Sudjana, 2014).

Hasil uji Duncan dan Uji Kruskal Wallis untuk parameter pertumbuhan dan produksi ditampilkan pada Tabel 2 dan 3. Tabel 2 menunjukkan perlakuan B0 memberikan nilai terendah untuk parameter tinggi tanaman, panjang daun, berat basah dan berat kering tanaman dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, kecuali pada tinggi tanaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1. Lahan yang digunakan untuk penelitian termasuk lahan marginal, ditumbuhi alang-alang dan hasil analisis tanah pada awal penelitian menunjukkan pH 3,98, C-organik 0,81% dan N-total 0,21%. Hasil analisis ini menunjukkan pH tanah yang sangat masam dan nilai C-organik dan N-total tanah yang rendah, yang mengindikasikan rendahnya kesuburan tanah di lokasi penelitian. Perlakuan B1 yaitu aplikasi pupuk anorganik 100% (Urea, SP36 dan KCl) memberikan nilai rata-rata yang lebih tinggi dari B0 pada parameter yang diamati, tetapi nilai rata-rata perlakuan arang sekam + isolat

rizobakteri + 50% Urea +100% SP36 +100% KCl (perlakuan B2, B3 dan B4) memberikan nilai rata-rata yang lebih tinggi dari perlakuan B1 pada parameter yang diamati meskipun pada beberapa parameter tidak berbeda nyata secara statistik. Pada penelitian ini perlakuan B2 (isolat B<sub>5(19)</sub>) menunjukkan nilai serapan hara Nitrogen dan efisiensi serapan Nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan B2 juga memberikan nilai rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun dan panjang daun yang lebih baik dari perlakuan lainnya. Serapan hara nitrogen yang lebih tinggi akan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Unsur Nitrogen berperan penting dalam proses fisiologis tumbuhan, karena semua proses penting pada tumbuhan memerlukan protein, dan nitrogen merupakan penyusun esensial protein (Leghari *et al.*, 2016). Pada penelitian sebelumnya (Pudjiwati dan Rindiani, 2022) isolat B<sub>5(19)</sub> memberikan nilai kandungan nitrat tanah yang terbesar dibandingkan dua isolat lainnya, yang diasumsikan aktivitas penambatan nitrogen isolat B<sub>5(19)</sub> lebih baik dari dua isolat yang lain yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga perlakuan B2 memberikan serapan hara dan efisiensi serapan hara nitrogen yang lebih baik yang akhirnya memberikan pertumbuhan tanaman jagung yang lebih baik

Tabel 2. Hasil Uji Duncan parameter jagung

Perlakuan	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Panjang daun	Berat basah tanaman	Berat kering tanaman
B0	26,58 a	6,24 a	18,89 a	3,85 a	1,01 a
B1	39,07 ab	6,13 a	29,09 b	12,50 b	3,06 b
B2	57,70 c	7,28 a	43,70 d	32,39 b	9,18 b
B3	44,44 bc	6,31 a	31,42 bc	19,71 b	6,40 b
B4	54,68 c	7,25 a	40,27 cd	23,55 b	5,93 b

Pada parameter berat basah dan berat kering tanaman yang diambil pada fase vegetative akhir, perlakuan B2 juga memberikan nilai rata-rata yang terbaik dari semua perlakuan. Berat basah tanaman mengindikasikan kandungan air dan hasil fotosintesis suatu tanaman. Berat kering

tanaman merupakan hasil fotosintesis bersih tanaman, tanpa kadar air. Serapan air dan ketersediaan unsur hara meningkatkan laju pertumbuhan tanaman sehingga meningkatkan berat segar tanaman dan berimplikasi pada berat kering tanaman (Susanti *et al.*, 2012).

Tabel 3. Hasil Uji Kruskal Wallis beberapa parameter jagung

Perlakuan	UB	BTB	BTTK	PTTK	DT
B0	52 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
B1	51,5 ab	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
B2	48 ab	59,75 b	38,46 b	10,12 b	20,60 b
B3	47 ab	42,97 ab	21,63 ab	8,72 ab	15,87 ab
B4	47,5 b	47,38 ab	26,64 ab	7,76 ab	14,55 ab

Keterangan: UB = umur berbunga; BTB = berat tongkol berkelobot; BTTK = berat tongkol tanpa kelobot; PTTK = panjang tongkol tanpa kelobot dan DT = diameter tongkol

Tabel 3. menunjukkan hasil Uji Kruskal Wallis yang dilanjutkan dengan uji antar perlakuan untuk parameter umur berbunga dan produksi jagung, karena data dari parameter-parameter ini tidak berdistribusi normal. Tanaman jagung

pada perlakuan B0 dan B1 tidak menghasilkan tongkol, karena pertumbuhannya juga tidak normal sehingga tidak menghasilkan malai dan tongkol yang sempurna. Berdasarkan Tabel 2 dan 3, perlakuan B2, B3 dan B4 dapat

memberikan nilai rata-rata pertumbuhan tanaman jagung yang lebih baik, umur berbunga yang lebih singkat dan produksi jagung. Semakin tinggi serapan hara nitrogen maka proses sintesis protein dan metabolisme tumbuhan berjalan lebih baik, sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman juga meningkat. Arang sekam memperbaiki porositas tanah sehingga aerasi dan drainase tanah menjadi lebih baik, hal ini dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan penetrasi akar, sehingga ketersediaan hara meningkat, begitu juga serapan hara.

#### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Aplikasi bakteri penambat nitrogen dan arang sekam dapat meningkatkan serapan hara dan efisiensi serapan hara Nitrogen tanaman jagung manis dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik.
2. Isolat B<sub>5(19)</sub> memberikan nilai efisiensi serapan hara nitrogen, pertumbuhan dan produksi jagung manis yang lebih baik dibandingkan isolat B<sub>5(9)</sub> dan B<sub>3(9)</sub>.

#### **PENUTUP**

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Borneo Tarakan atas bantuan dana penelitian melalui program Riset Kompetensi Dosen (RKD), dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. G.L. Wang, Y.L. Ye, X.P. Chen and Z.L. Cui. Determining the optimal nitrogen rate for summer maize in China by integrating agronomic, economic, and environmental aspects. *Biogeosciences* 11, (2014) 3031-3041.
- [2]. G.X. Cai, D.L. Chen, H. Ding, A. Pacholski, X.H. Fan and Z.L. Zhu. Nitrogen losses from fertilizers applied to maize, wheat and rice in the North China Plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 63, (2002) 187-195.
- [3]. M. Zhou and K. Butterbach-Bahl. Determining the optimal nitrogen rate for summer maize in China by integrating agronomic, economic, and environmental aspects. Springer Science, Published online (2013) 15.
- [4]. N.L. Nurida. Potensi Pemanfaatan Biochar Untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia Sumberdaya Lahan Edisi Khusus, (2014) 57-68.
- [5]. W. Xiaobin, Dianxiong and Z. Jingqing. Land application of organic and inorganic fertilizer for corn in dryland farming region of North China. *Proceedings of Sustaining the Global Farm.* (2001) 419-452.
- [6]. A. Rosmarkam dan N.W. Yuwono. Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (2004) 224.
- [7]. M. Kamil dan J.A. Arifandi. Pengaruh Limbah Biogas dan Arang Sekam Terhadap Ketersediaan dan Serapan Hara Nitrogen



- Serta Kualitas Bibit Stek Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). Jurnal Bioindustri Vol. 01. No. 02 (2019). 110-124.
- [8]. B. Sudjana. Pengaruh Biochar dan Npk Majemuk Terhadap Biomas dan Serapan Nitrogen di Daun Tanaman Jagung (*Zea mays*) pada Tanah Typic Dystrudepts. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan Vol. 3 No.1 (2014) 63-66.
- [9]. S.J. Leghari, N.A. Wahocho, G.M. Laghari, A.H. Laghari, G.M. Bhabhan, K.H. Talpur, T.A. Bhutto, S.A. Wahocho, A.A. Lashari. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A. review. Advances in Environmental Biology. Vol. 10 No. 9 (2016) 209-218.
- [10]. E.H. Pudjiwati dan R. Rindiani. Prospek Rizobakteri Penghasil Indole Acetic Acid (IAA) dan Penyedia Nitrat Sebagai Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). Jurnal Ilmu Pertanian. Vol. 5 No. 1 (2022) 1-7.
- [11]. Susanti, E.D. Purbajanti dan Sutarno. Pertumbuhan Hijauan Kacang Pinto (*Arachis pinto*) pada Berbagai Panjang Stek dan Dosis Pupuk Organik Cair Periode Pemotongan Kedua. Animal Agriculture Journal Vol. 1 No. 1 (2012) 721-731.