

PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG MELALUI PEMBERIAN PUPUK AN-ORGANIK FOSFAT ALAM

Dorkas Parhusip¹, Nazaruddin Hutapea¹, Gustami Harahap², Tristiana Handayani¹, Ahmad Thohir¹, Nurliana Harahap³, Siti Maryam Harahap¹

¹Peneliti Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Utara

²Pengajar Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Univ. Medan Area Medan

³Dosen Pengajar Politeknik Pengembangan Pertanian (POLBANGTAN) Medan

Koresponden E-mail: Mery120470@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manfaat dan tingkat kebutuhan pupuk Fosfat Alam yang sesuai untuk tanaman jagung. Penelitian telah dilaksanakan di Desa Pasar VI Kecamatan Sei Bingei Kabupaten Langkat, pada bulan Juli 2017 s/d November 2017. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok non Faktorial dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari: P₁ (NPK 75 Kg/Ha); P₂ (Urea 200 Kg/Ha + KCl 150 Kg/Ha); P₃ (FA 150 Kg/Ha + Urea 200 Kg/Ha + KCl 150 Kg/Ha); P₄ (FA 300 Kg/Ha + Urea 200 Kg/Ha + KCl 150 Kg/Ha); P₅ (FA 450 Kg/Ha + Urea 200 Kg/Ha + KCl 150 Kg/Ha); P₆ (FA 600 Kg/Ha + Urea 200 Kg/Ha + KCl 150 Kg/Ha); dan P₇ (FA 750 Kg/Ha + Urea 200 Kg/Ha + KCl 150 Kg/Ha). Urea dan KCl diberikan sebagai pupuk dasar, di mana Urea diberikan 2 kali yaitu pada saat 7 HST dan 30 HST, sedangkan untuk pupuk SP-36 dan KCl diberikan pada umur 7 HST. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan P₇ dengan pemupukan Urea 200 Kg/Ha, KCl 150 Kg/Ha dan FA 700 Kg/Ha dapat menghasilkan semua parameter pengamatan (berat tongkol dengan klobot, berat tongkol tanpa klobot, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol, berat biji per tongkol, berat biji per plot, dan produktivitas jagung pipilan kering Kg/Ha) yang tertinggi. Kemudian setelah diuji BNT, diperoleh bahwa perlakuan P₇ menghasilkan pengaruh sangat nyata terhadap perlakuan P₁, P₂, P₃ dan P₄ dan berbeda nyata terhadap perlakuan P₅ dan P₆ pada semua parameter pengamatan.

Kata Kunci : Pupuk An-Organik Fosfat Alam, Jagung, Kabupaten Langkat

Abstract

This study aims to determine the benefits and levels of need for Natural Phosphate Fertilizers that are suitable for maize. The research was conducted in Pasar VI Village, Sei Bingei District, Langkat Regency, in July 2017 to November 2017. The study used a non-factorial randomized block design with 4 replications. The treatments consisted of: P₁ (NPK 75 Kg / Ha); P₂ (Urea 200 Kg / Ha + KCl 150 Kg / Ha); P₃ (FA 150 Kg / Ha + Urea 200 Kg / Ha + KCl 150 Kg / Ha); P₄ (FA 300 Kg / Ha + Urea 200 Kg / Ha + KCl 150 Kg / Ha); P₅ (FA 450 Kg / Ha + Urea 200 Kg / Ha + KCl 150 Kg / Ha); P₆ (FA 600 Kg / Ha + Urea 200 Kg / Ha + KCl 150 Kg / Ha); and P₇ (FA 750 Kg / Ha + Urea 200 Kg / Ha + KCl 150 Kg / Ha). Urea and KCl are given as basic fertilizers, where Urea is given 2 times, that at 7 DAS and 30 DAS, while for SP-36 and KCl fertilizers it is given at 7 DAS. The test results showed that P₇ treatment with Urea 200 Kg / Ha, KCl 150 Kg / Ha, and FA 700 Kg / Ha could produce all the parameters of the observation (weight of ear with ear, weight of ear without ear, ear diameter, number of rows per ear, number of seeds per row, ear length, seed weight per ear, seed weight per plot, and dry maize productivity Kg / Ha) were the highest. Then after being tested for LSD, it was found that P₇ treatment had a very significant effect on treatment P₁, P₂, P₃ and P₄ and significantly different from treatment P₅ and P₆ on all parameters of the observation.

Key Words: Natural Phosphate Inorganic Fertilizer, Corn Plants, Langkat Regency

PENDAHULUAN

Pengembangan sektor tanaman pangan merupakan salah satu strategi kunci dalam memacu pertumbuhan ekonomi pada masa yang akan datang. Selain berperan sebagai sumber penghasil devisa yang besar, juga merupakan

sumber kehidupan bagi sebagian besar penduduk Indonesia.

Jagung (*Zea mays* L) merupakan salah satu tanam pangan terpenting dunia selain tanaman gandum, dan padi [1]. Program peningkatan produksi jagung nasional melalui upaya

peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam berlangsung pada berbagai lingkungan atau agroekosistem yang beragam. Agar peningkatan produktivitas jagung dapat berhasil, salah satunya adalah dengan pemberian pupuk yang sesuai kebutuhan. Pemakaian pupuk anorganik yang tidak terkontrol dapat menurunkan produktivitas serta kualitas lingkungan [2,3,4]. Ketersediaan hara P yang cukup sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan bagian vegetatif dan reproduksi tanaman, meningkatkan kualitas hasil, dan ketahanan tanaman terhadap penyakit [5].

Sumatera Utara merupakan salah satu sentra produksi tanaman jagung di Indonesia. Selama lima tahun terakhir luas tanam jagung meningkat dimana pada tahun 2014 mencapai 200.603 ha dengan produksi sebesar 1,159,795 ton, dan pada tahun 2018 luas panen menjadi 292.388 ha dengan produksi sebesar 1,757,126. Berikut pada Tabel 1 disajikan perkembangan luas panen, produksi, dan produktivitas jagung di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 sampai dengan 2018.

Tabel 1. Luas panen, Produksi dan Produktivitas Jagung di Sumatera Utara Tahun 2014-2018

Tahun	Luas panen (Ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (kw)
2014	200,603	1,159,795	57.82
2025	243,770	1,519,407	62.33
2016	252,729	1,557,463	61.63
2017	281,423	1,741,258	61.87
2018	292,388	1,757,126	60.10

Sumber : [6]

Berbagai upaya dilakukan pemerintah untuk mewujudkan swasembada jagung. Selain ketersediaan lahan, teknologi pengelolaan hara merupakan hal yang sangat penting untuk mendukung swasembada ini. Hara P merupakan hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman, dan selama ini khususnya untuk tanaman pangan, sumber hara P diperoleh dari pupuk SP-36 dan TSP, yang merupakan pupuk dengan kelarutan P yang tinggi.

Pemupukan berimbang memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan hasil tanaman jagung. Salah satu unsur hara makro yang sangat diperlukan tanaman adalah fosfor.

Anjuran pemupukan harus dibuat lebih rasional dan berimbang berdasarkan kemampuan tanah menyediakan hara dan kebutuhan tanaman akan unsur hara sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk dan produksi, tanpa merusak lingkungan akibat pemupukan yang berlebihan.

Pupuk An-Organik Fosfat Alam yang biasa disebut FA merupakan salah satu sumber P yang mempunyai prospek yang baik untuk menggantikan pupuk kimia, disamping karena harganya lebih murah, juga mempunyai efektivitas relatif sama atau bahkan lebih baik dari TSP atau SP-36 yang selama ini digunakan oleh petani. Kelebihan FA juga menghemat energi serta ramah terhadap lingkungan karena tidak perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Selain itu FA juga merupakan sebagai bahan pembenah tanah karena dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah terutama karena mengandung Ca dan Mg serta beberapa unsur mikro seperti Fe, Cu, dan Zn yang relatif lebih tinggi dibandingkan pupuk an-organik yang ada selama ini.

Peluang dalam penggunaan FA pada kegiatan budidaya tanaman pangan relatif sangat tinggi. Sementara bila FA dikonversi menjadi pupuk P yang mudah larut memerlukan biaya tinggi, pemborosan energy, dan memerlukan jumlah bahan kimia seperti asam sulfat dan asam fosfat yang besar. Oleh karena itu diperlukan peningkatan efisiensi penggunaan pupuk P, salah satunya adalah menggunakan FA sebagai pupuk secara langsung (*direct application phosphate rock/DAPR*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon beberapa dosis FA terhadap peningkatan produktivitas tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilakukan pada bulan Juli – November 2017 berlokasi di kebun milik petani di Desa Pasar VI, Kecamatan Sei Bingei, Kabupaten Langkat. Kondisi lahan lokasi penelitian telah dianalisis tanahnya di laboratorium tanah dan tanaman BPTP Sumatera Utara dan hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Rancangan dan Perlakuan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial dengan 4

ulangan. Perlakuan penelitian adalah dosis pemupukan dan jenis pupuk yang digunakan terdiri dari 7 perlakuan yaitu :

- P₁ adalah pemupukan berdasarkan kebiasaan petani memberikan pupuk majemuk (NPK 75 kg per ha);
- P₂ adalah pemupukan berdasarkan hasil analisa tanah (Urea 200 Kg/Ha + KCL 150 Kg/Ha);
- P₃ adalah pemupukan FA 150 Kg/ha + Urea 200 Kg/Ha + KCL 150 Kg/Ha;
- P₄ adalah pemupukan FA 300 kg/ha + 200 Kg/Ha + KCL 150 Kg/Ha;
- P₅ adalah pemupukan FA 450 kg/ha + 200 Kg/Ha + KCL 150 Kg/Ha;
- P₆ adalah pemupukan FA 600 kg/ha + 200 Kg/Ha + KCL 150 Kg/Ha;
- P₇ adalah pemupukan FA 750 kg/ha + 200 Kg/Ha + KCL 150 Kg/Ha.

Urea dan KCL diberikan sebagai pupuk dasar, yaitu Urea diberikan pada 7 dan 30 HST, dan KCL diberikan pada 7 HST.

Tabel 1. Hasil Analisis Tanah Lokasi Penelitian

No	Macam analisis	Satuan	Nilai
1.	C-Organik	(%)	2.83
2.	N-Total	(%)	0.20
3.	C/N	(%)	14
4.	P2O5	ppm	53.0
5.	K2O	Ppm	46.3
	Ca	cmol/kg	23.79
	Mg	cmol/kg	23.79
	K-dd	cmol/kg	4.61
	Na	cmol/kg	2.40
	KTK	Cmol/kg	16.47
	Al3+	Cmol/kg	0.70
	H	ppm	0.64
6.	Fe	ppm	4.05
7.	Al	ppm	8.31
8.	pH	H2O	5.08
9.	pH	KCl	4.44
10.	Tekstur :		
	- Pasir	(%)	40
	- Debu	(%)	37
	- Liat	(%)	23

Luas plot percobaan adalah 400 cm x 500 cm, jarak tanam 75 cm x 35 cm jumlah populasi per plot 5 x 14 = 70 tanaman. Jarak antar plot 50 cm, jarak antara ulangan 1 m, dan varietas jagung yang digunakan adalah Bioseed B-54.

Perlakuan dengan pemupukan FA yang diuji diharapkan dapat memenuhi kebutuhan unsur

hara P bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang diusahakan. Pemberian FA dijadikan sebagai pupuk dasar, selain itu diberikan juga pupuk dasar lainnya seperti pupuk Urea dan KCl, masing-masing dosis 200 Kg/ha dan 150 Kg/ha. Sebagai pembanding adalah perlakuan kontrol yaitu menggunakan jenis pupuk dasar sesuai dengan kebiasaan petani dan pembanding lainnya hanya menggunakan pupuk dasar Urea dan KCl dengan dosis berdasarkan hasil analisa tanah.

Variabel yang dijadikan pengamatan adalah berat tongkol dengan klobot, berat tongkol tanpa klobot, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol, berat biji per tongkol, berat biji per plot, dan produktivitas jagung pipilan kering per Ha.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan analisis statistik sidik ragam (ANOVA) dengan taraf $\alpha = 5\%$, kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk melihat perbedaan antara masing-masing perlakuan [7]. Analisis data ini dilakukan menggunakan program DSTAAT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lahan

Lahan pelaksanaan penelitian termasuk agroekosistem dataran rendah dengan ketinggian +40 m di atas permukaan laut. Kawasan tanaman lahan kering menyebar di seluruh kecamatan Kabupaten Langkat baik dalam skala besar maupun kecil dengan luas total 36.348 Ha, dengan pusat pengembangan pertanian lahan kering meliputi Kecamatan Besitang, Bahorok, Hinai, Tanjung Pura, Sei Bingei, Binjai, Selesai, Wampu, dan Secanggang.

Pengaruh Pupuk An-Organik Fosfat Alam Terhadap Berat Tongkol Dengan Klobot Dan Berat Tongkol Tanpa Klobot

Pada Tabel 2, disajikan hasil uji BNT terhadap pengamatan parameter berat tongkol dengan kelobot dan tanpa kelobot pada. Pada Tabel 2, perlakuan dosis pupuk an-organik fosfat alam berpengaruh terhadap berat tongkol dengan kelobot dan tanpa kelobot. Hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P7 dengan berat, yaitu berat tongkol dengan kelobot 276.25 g dan berat tongkol tanpa kelobot 250.94 g. Hasil yang terendah adalah pada perlakuan petani (P1)

dengan berat tongkol dengan kelobot 182.50 g dan berat tongkol tanpa kelobot 158.75 g. Perlakuan P7 sangat berbeda nyata dengan perlakuan Petani (P1) dan juga terhadap Perlakuan P2.

Pengaruh Pupuk An-Organik Fosfat Alam Terhadap Diameter Tongkol, Jumlah Baris Per Tongkol, Dan Jumlah Biji Per Baris

Pada Tabel 3, disajikan hasil uji BNT terhadap pengamatan pada parameter diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, dan jumlah

biji per baris. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil tertinggi ditunjukkan pada perlakuan P7 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan P1 dan P2 demikian juga dengan perlakuan P3, dan P4. Namun tidak berbeda nyata pada perlakuan P5 dan P6.

Hasil penelitian yang dilaksanakan oleh [8] menyatakan bahwa pada saat tanaman memasuki fase generatif unsur fosfat berperan dalam pembentukan bunga dan buah serta peningkatan kualitas biji-bijian.

Tabel 2. Hasil Uji BNT Terhadap Berat Tongkol Jagung Dengan Klobot Dan Tanpa Klobot

Perlakuan	Dosis Pupuk				Parameter	
	Urea (Kg/Ha)	KCl (Kg/Ha)	SP-36 (Kg/Ha)	Fosfat Alam (Kg/Ha)	Berat tongkol dengan klobot (gram)	Berat tongkol tanpa klobot (gram)
P ₁	200	150	200	-	182.50 f	158.75 g
P ₂	200	150	-	-	208.44 e	182.50 f
P ₃	200	150	-	150	220.94 e	195.00 e
P ₄	200	150	-	300	229.06 cd	205.62 d
P ₅	200	150	-	450	241.25 c	215.62 c
P ₆	200	150	-	600	255.62 b	227.19 b
P ₇	200	150	-	700	276.25 a	250.94 a
CV (%)					3.73	3.20

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Tabel 3. Hasil Uji BNT Terhadap diameter tongkol, jumlah baris per tongkol dan jumlah biji per baris

Perlakuan	Dosis Pupuk				Parameter		
	Urea (Kg/Ha)	KCl (Kg/Ha)	SP-36 (Kg/Ha)	Fosfat Alam (Kg/Ha)	Diameter Tongkol (Cm)	Jlh Baris Per Tongkol	Jlh Biji Per Baris
P ₁	200	150	200	-	13.35 e	12.69 d	32.195 e
P ₂	200	150	-	-	13.43 e	13.06 cd	34.11 de
P ₃	200	150	-	150	13.80 d	13.19 c	35.14 cd
P ₄	200	150	-	300	13.91 cd	13.69 b	35.85 cd
P ₅	200	150	-	450	14.05 c	13.81 b	36.39 bc
P ₆	200	150	-	600	14.30 b	14.00 b	37.79 ab
P ₇	200	150	-	700	14.53 a	14.81 a	38.37 a
CV (%)					1.14	1.86	3.63

Keterangan :Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Pengaruh Pupuk An-Organik Fosfat Alam Terhadap Panjang Tongkol, Berat Biji per Tongkol dan Berat Biji per Plot

Hasil uji BNT terhadap para meter panjang tongkol, berat biji per tongkol,dan berat biji per plot disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil pengukuran bahwa perlakuan P7 memberikan

hasil tertinggi dan berpengaruh sangat nyata terhadap perlakuan P1 dan P2.

Pengaruh Pupuk An-Organik Fosfat Alam Terhadap Produktivitas Jagung Pipilan Kering

Tanaman jagung mengalami pertumbuhan dengan baik dan memberikan respon terhadap

pemupukan. Hasil pengukuran pengaruh terhadap produksi pipilan kering disajikan pada Tabel 5. Pada perlakuan P1 diperoleh hasil 3,85 ton, dan perlakuan P2 (pemupukan berdasarkan analisa tanah) menghasilkan 4,92 ton per-Ha. Pada perlakuan P7 dimana penambahan Pupuk An-Organik Fosfat Alam hingga dosis 700 kg per Ha dapat meningkatkan hasil menjadi 6,67

ton per Ha. Berdasarkan uji BNT diperoleh bahwa seluruh perlakuan yang memakai atau menambahkan Pupuk An-Organik Fosfat Alam (P3, P4, P5, P6, dan P7) menghasilkan produksi jagung yang berbeda nyata terhadap perlakuan petani (P1) dan perlakuan pemupukan berdasarkan analisa tanah (P2)

Tabel 4. Hasil Uji BNT Terhadap Parameter Panjang Tongkol, Berat Biji Per Tongkol Dan Berat Biji Per Plot

Perlakuan	Dosis Pupuk				Parameter		
	Urea (Kg/Ha)	KCl (Kg/Ha)	SP-36 (Kg/Ha)	Fosfat Alam (Kg/Ha)	Panjang Tongkol (Cm)	Berat biji per Tongkol (gram)	Berat biji per plot (Kg)
P ₁	200	150	200	-	16.44 e	123.12 e	8.63 a
P ₂	200	150	-	-	17.09d e	140.31 d	9.84 b
P ₃	200	150	-	150	17.75 cd	147.50 cd	10.32 bc
P ₄	200	150	-	300	18.00 bc	154.06 c	10.78 c
P ₅	200	150	-	450	18.16 bc	165.62 b	11.58 d
P ₆	200	150	-	600	18.70 b	173.12 b	12.142 d
P ₇	200	150	-	700	19.75 a	190.62 a	13.33 e
CV (%)					3.27	4.06	4.02

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Tabel 5. Hasil Uji BNT Terhadap Parameter Produktivitas Jagung Pipilan Kering

Perlakuan	Dosis Pupuk				Parameter
	Urea (Kg/ha)	KCl (Kg/ha)	SP-36 (Kg/ha)	Fosfat Alam (Kg/ha)	Produksi Jagung Pipilan Kering (Ton/Ha)
P ₁	200	150	200	-	3,85 a
P ₂	200	150	-	-	4,92 b
P ₃	200	150	-	150	5,16 bc
P ₄	200	150	-	300	5,39 c
P ₅	200	150	-	450	5,79 d
P ₆	200	150	-	600	6,07 d
P ₇	200	150	-	700	6,67 e
CV (%)					3.21

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh [9], bahwa pemberian bokhasi ela sagu bersama dengan pupuk An- Organik Fosfat Alam dapat meningkatkan hasil (berat pipilan kering) lebih tinggi dari perlakuan tanpa pupuk An- Organik Fosfat Alam. Perlakuan Bokashi Ela Sagu hingga 40 ton per-Ha dapat meningkatkan hasil pipilan kering jagung.

Hasil penelitian [10] mengatakan bahwa pada perlakuan pemupukan Pupuk An-Organik Fosfat Alam 100 Kg/Ha + Urea 450 Kg/Ha + KCl 100 Kg/Ha) dapat menghasilkan jagung pipilan kering sebanyak produksi 7,90 ton/Ha. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan

pemupukan dengan Urea 350 Kg/Ha + Phoska 450 Kg/Ha, dimana menghasilkan jagung pipilan kering sebanyak 7,66 Ton/Ha. Sedangkan hasil penelitian [11] menyatakan bahwa pupuk pemberian pupuk Fosfat Alam dapat memberikan nilai tertinggi pada pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun.

KESIMPULAN

1. Perlakuan P7 (Urea 200, KCl 150 dan FA 700 kg/ha) memberikan hasil tertinggi untuk semua parameter pengamatan (berat tongkol dengan klobot, berat tongkol tanpa klobot,

- diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol, berat biji per tongkol, berat biji per plot, dan produktivitas jagung pipilan kering Kg/Ha);
2. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan P7 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap perlakuan P1, P2, P3 dan P4 dan berbeda nyata terhadap perlakuan P5 dan P6 pada semua parameter pengamatan (berat tongkol dengan klobot, berat tongkol tanpa klobot, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol, berat biji per tongkol, berat biji per plot, dan produktivitas jagung pipilan kering Kg/ Ha).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suliasih, Widawati S. 2015. *Peningkatan Hasil Jagung dengan Menggunakan Pupuk Organik Hayati (POH)*. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia. **1** (1) :145-149
- [2] Sri Adiningsih J, Moersidi S, Sudjadi M, Fagi AM. 1989. *Evaluasi keperluan fosfat pada lahan sawah intensifikasi di Jawa*. Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk. (Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat)
- [3] Rachayati S, Mulyadi, Sri Adiningsih J. 1990. *Penelitian efisiensi penggunaan pupuk di lahan sawah*. Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan pupuk P. (Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat)
- [4] Sri Adiningsih, J. 1992. *Perananan Efisiensi Penggunaan Pupuk untuk Melestarikan Swasembada Pangan*. (Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama)
- [5] Nursyamsi D, Setyorini. Ketersediaan P tanah-tanah netral dan alkalin. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 2009; **30** : 25-36
- [6] Dinas Pertanian Propinsi Sumatera Utara. 2014. *Buku Lima tahun statistik pertanian (2009 – 2013)*. (Medan: Dinas Pertanian Propinsi Sumatera Utara)
- [7] Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik*. (Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama)
- [8] Purwa DR. 2007. *Petunjuk Pemupukan*. (Jakarta: Agromedia)
- [9] Elisabeth K. 2009. Ketersediaan Fosfat, Serapan Fosfat dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Akibat Pemberian Bokhasi Ela Sagu dan Pupuk Fosfat pada Ultisols. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 2009; **9** (1): 30-36.
- [10] Sugiono, Purwanti EW. Efektifitas Pupuk Fosfat Alam pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Agriekstensia*. 2019; **18** (1)
- [11] Fadhilah, Khairul A. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfat dan Jarak Tanam yang Tepat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt*). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 2015; **2**(2): 71 - 81