

Beberapa sifat kimia tanah, serapan P, K, Fe, dan pertumbuhan Ubijalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb) akibat pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium pada Ultisol Warmare

*Some soil chemical properties, P, K, Fe, and sweet potato growth (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb) due to the administration of krandalite extract, humic and potassium fractions on Warmare Ultisol*

Sapriansyah Nusan, Ishak Musaad*, Irnanda A.F. Djuuna

Program Magister Ilmu Pertanian, Universitas Papua
Jalan Gunung Salju Amban, Manokwari, Kodepos 98314, Papua Barat, Indonesia

*Email: ishakmusaad16@gmail.com

ABSTRACT: The aims of this research were to study some soil chemical properties, P, K, Fe uptake and sweet potato growth as the result of Crandalitte Extract, Humat Fraction, and Potassium application on Ultisol Warmare. The pot experiment was conducted in the Screen house, Department of Soil Science Faculty of Agriculture, University of Papua Manokwari. The pot experiment has been done using Completed Randomize Design with 7 treatments and four replications , namely: A₀ = no fertilizer (treatment); A₁ = 100% crandalitte extract + 0% organic fraction + 0% potassium; A₂ = 80% crandalitte extract + 10% organic fraction + 10% potassium; A₃ = 60% crandalitte extract + 20% organic fraction + 2 0% potassium; A₄ = 40% crandalitte extract + 30% organic fraction + 30% potassium; A₅ = 20% crandalitte extract + 40% organic fraction + 40% potassium, and; A₆ = 0% crandalitte extract + 50% organic fraction + 50% potassium. The dosage of each treatment was 100-liter ha⁻¹ (4 g Pot⁻¹). Some soil chemical characteristics were analyzed for pH (H₂O), pH (KCl), N-Total, C-organic, P-available, K-total, and Al-exchangeable. P, K, Fe concentrations. The plant growth variables were measured mainly for long steam on 5, 6, 7 and 8 weeks after planting, biomass of trubus, Data were analyzed using statistical analyses of Analysis of Variance (F Test) and DMRT test. The result showed that the application of crandalitte extract, humic fraction and potassium was significantly increased the status of P-available and H-exchangeable, but not affected significantly for other soil chemical characteristics (pH H₂O, pH KCl, C-organic percentage, N-total, and Al-exchangeable). Fresh and dry weight of sweet potato trubus were also significantly affected by those application, however it was not affected significantly on long steam; wet weight and dry weight of root and also root length of sweet potato. Among the treatments, the A₂ treatment (80% EFC: 10% Organic fraction: 10% Potassium) showed a better value of the status P-available, H-exchangeable and the biomass of trubus. This might be related to the characteristic of acid mineral soil that need high P fertilizer and the balance application of organic matter and potassium.

Keywords: Crandalitte Extract, Humic, Potassium, Sweet Potato, Acid Mineral Soil

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari beberapa sifat kimia tanah, serapan P, K, Fe dan pertumbuhan ubi jalar sebagai hasil dari Ekstrak Crandalitte, Fraksi Humat, dan aplikasi Kalium pada Ultisol Warmare. Percobaan pot dilakukan di rumah saringan, Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Papua Manokwari. Percobaan pot telah dilakukan menggunakan Completed Randomize Design dengan 7 perlakuan dan empat ulangan, yaitu: A0 = tanpa pupuk (perlakuan); A1 = 100% ekstrak crandalitte + 0% fraksi organik + 0% kalium; A2 = 80% ekstrak crandalitte + 10% fraksi organik + 10% kalium; A3 = 60% ekstrak crandalitte + 20% fraksi organik + 2 0% kalium; A4 = 40% ekstrak crandalitte + 30% fraksi organik + 30% kalium; A5 = 20% ekstrak crandalitte + 40% fraksi organik + 40% kalium, dan; A6 = 0% ekstrak crandalitte + 50% fraksi organik + 50% kalium. Dosis masing-masing perlakuan adalah 100 liter ha-1 (4 g Pot -1). Beberapa karakteristik kimia tanah dianalisis untuk pH (H₂O), pH (KCl), N-Total, C-organik, P-tersedia, K-total, dan Al-dipertukarkan. Konsentrasi P, K, Fe. Variabel pertumbuhan tanaman diukur terutama untuk steam lama pada 5, 6, 7 dan 8 minggu setelah tanam, biomassa trubus, Data dianalisis menggunakan analisis statistik Analisis Varians (Uji F) dan uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan ekstrak crandalitte, fraksi humik dan kalium secara signifikan meningkatkan status P-tersedia dan H-dipertukarkan, tetapi tidak terpengaruh secara signifikan untuk karakteristik kimia tanah lainnya (pH H₂O, pH KCl, persentase C-organik, N -total, dan Al-tukar-tukar). Berat segar dan kering ubi jalar juga dipengaruhi secara signifikan oleh aplikasi tersebut, namun tidak terpengaruh secara signifikan pada steam yang panjang; berat basah dan berat kering akar dan juga panjang akar ubi jalar. Di antara perawatan, perlakuan A2 (80% EFC: 10% fraksi organik: 10% Kalium) menunjukkan nilai yang lebih baik dari status P-tersedia, H-tukar dan biomassa trubus. Ini mungkin terkait dengan karakteristik tanah mineral asam yang membutuhkan pupuk P tinggi dan aplikasi keseimbangan bahan organik dan kalium.

Kata kunci: Ekstrak Crandalitte, Humic, Kalium, Ubi Jalar, Tanah Mineral Asam

PENDAHULUAN

Sifat kimia tanah merupakan salah satu sifat tanah yang biasa digunakan sebagai tolok ukur kesuburan tanah. Beberapa sifat kimia tanah yang penting antara lain pH dan ketersediaan hara. Tisdale *et al* (1993) mengungkapkan bahwa pH tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimia tanah, karena dapat mencerminkan ketersediaan hara di dalam tanah tersebut. Kelebihan atau kekurangan salah satu unsur hara akan menyebabkan gejala pertumbuhan dan perkembangan yang tidak normal, yang berdampak kepada menurunnya produksi dan kualitas hasil. Hal ini menunjukkan bahwa

masalah kesuburan tanah dan pengelolaan hara perlu mendapat perhatian dalam setiap sistem budidaya tanaman.

Fosfor (P) merupakan salah satu hara esensial bagi tanaman. Peranan Fosfor dalam sistem biologi tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya. Meskipun sebagai anasir penting, namun keberadaan fosfor di dalam tanah nisbi sulit tersedia bagi tanaman, sehingga unsur ini sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Permasalahan fosfor pada tanah mineral masam lebih kompleks. Pemupukan P pada tanah mineral masam sering tidak efisien karena adanya jerapan P pada permukaan

mineral lempung dan fiksasi oleh Al, dan Fe (Tan, 1993), sehingga perlu diberikan dalam takaran tinggi. Pemberian pupuk fosfat dalam tanah, hanya 15 sampai 20% yang dapat di-serap oleh tanaman, sisanya akan ter-jerap di antara koloid tanah dan tinggal sebagai residu (Buckman and Brady, 1982; Jones, 1991).

Tanah mineral masam adalah tanah mineral yang memiliki pH kurang dari 5.0 pada seluruh lapisan dan kejenuhan basah kurang dari 50% (Hidayat dan Mulyani, 2002). Kemasaan tanah yang tinggi berimplikasi terhadap kelarutan Al, Fe, dan Mn yang tinggi, dan ketersediaan P dan Mo yang rendah (Tisdale et al., 1993). Salah satu kendala pada tanah mineral masam adalah kandungan bahan organik umumnya kurang dari 2% sehingga pemberian pupuk anorganik perlu diimbangi dengan input bahan organik. Kandungan bahan organik tanah juga sangat mempengaruhi aktivitas mikrob tanah. Dengan demikian pemeliharaan bahan organik tanah sangat menentukan dinamika keberlanjutan agroekosistem pada lahan mineral masam (Barchia, 2009).

Ubijalar merupakan komoditas pangan lokal yang penting di Papua karena merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk asli Pegunungan Tengah Papua. Pengembangan komoditas ubijalar di Papua sesuai dengan program diversifikasi pangan non beras sehingga kecukupan ubijalar sepanjang tahun akan menunjang ketahanan pangan baik regional maupun nasional. Ubijalar menyerap hara cukup tinggi baik makro maupun mikro dan sangat bergantung pada varietas. Penanaman ubijalar umumnya dilakukan pada lahan yang miskin hara (Karamoy, 1998). Jumlah total unsur hara yang diambil per ton ubi segar tanaman ubijalar pada saat panen adalah 9.87 kg N ha⁻¹, 2.70 kg P

ha⁻¹, dan 13.98 kg K ha⁻¹ (Karamoy, 1998). pada hasil 15 ton ha⁻¹ ubijalar, unsur hara yang terangkut diperkirakan sebesar 70 kg N, 20 kg P dan 110 kg K. Oleh karena itu peranan pupuk baik organik maupun anorganik cukup penting dalam upaya meningkatkan hasil ubijalar dan keseimbangan hara dalam tanah

Tanah Endapan Fosfat Krandalit (TEFK) $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang ada di Kabupaten Maybrat Papua Barat, mengandung unsur fosfat dan beberapa unsur hara lain yang cukup tinggi. Penelitian dan pemanfaatan krandalit sebagai sumber P sudah banyak dilakukan. Hasil penelitian Musaad (2011) menunjukkan bahwa TEFK dan kotoran ternak dapat diproses menjadi pupuk cair dan mampu memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan hasil tanaman jagung sangat signifikan dari 7,2 ton ha⁻¹ menjadi 12,8 ton ha⁻¹ pada Humic Hapludults. Mineral ini memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai salah satu pupuk alternatif guna mensubstitusi kelangkaan dan mahalnya pupuk terutama fosfat, namun penggunaannya masih memerlukan penelitian dan pengkajian yang mendalam: (1). apakah penggunaan ekstrak krandalit yang dikombinasikan dengan bahan organik dan kalium tersebut dapat memperbaiki sifat-sifat kimia tanah; dan, (2). Apakah penggunaan ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium dapat meningkatkan pertumbuhan ubijalar. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1). Mengetahui beberapa sifat-sifat kimia tanah, dan (2). Mengathai pertumbuhan Ubijalar akibat pemberian Ekstrak Krandalit, Fraksi Humat dan Kalium pada tanah Mineral Masam Warmare.

METODE PENELITIAN

Percobaan pot dilaksanakan di Screenhouse Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Papua Manok-

wari, dari tanggal 10 Agustus sampai 5 Oktober 2011. Sedangkan analisis tanah, tanaman dan pupuk, dilak-sanakan di Laboratorium Pusat Peneli-tian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) Bogor, dan Laboratorium Tanah Universitas Papua Manokwari. Percobaan pot di-rancang menggunakan Rancangan Acak Leng-kap (RAL) yang terdiri atas tujuh perlakuan dengan empat ulangan, yaitu: A₀=Tanpa pemberian pupuk; A₁= 100% ekstrak krandalit +0% fraksi organik +0% kalium; A₂=80% ekstrak krandalit + 10% fraksi organik +10% kalium; A₃= 60% ekstrak krandalit +20% fraksi organik +20% kalium; A₄=40% ekstrak krandalit + 30% fraksi organik +30% kalium; A₅=20% ekstrak krandalit +40% fraksi organik +40% kalium; A₆=0% ekstrak krandalit +50% fraksi organik +50% kalium. Takaran masing-masing perlakuan 100 liter ha⁻¹. Bahan TEFK diambil dari Desa Soroan Ayamaru. Contoh diambil pada ke-dalaman 20 sampai 100 cm. Bahan TEFK diayak dengan mengguna-kan ayakan 100 mesh. kemudian diproses secara termal pada suhu 600 °C selama 1 jam. Contoh TEFK termal yang telah siap digunakan ditimbang dan di-masukkan ke dalam botol kocok untuk diekstraksi dengan menggunakan HCl 1,0% (v/v). Perbandingan TEFK termal dengan pelarut yang diuji adalah 1:10 (w/v). Ekstraksi dilakukan selama 1 jam dengan menggunakan alat pengocok mekanik (*shaker*), dilanjutkan dengan penyaringan secara bertahap (Musaad, 1996).

Bahan organik dibersihkan dari kotoran yang mengganggu, kemudian ditumbuk dan disaring hingga lolos ayakan berdiameter lubang 0,5 mm. Bahan organik tersebut ditimbang dan dilarutkan dalam larutan NaOH 0,5 M dengan perbandingan 1: 10 (w/v). Selanjutnya bahan organik difraksionasi

sesuai prosedur (Stevenson, 1982). Tanah mineral masam diambil dari daerah Tanah Merah Warmare Manokwari. Contoh tanah komposit dikering angin-kan, dibersihkan dan kemudian diayak dengan ayakan 2 mm, lalu ditimbang seberat 8 kg pot⁻¹ berdasarkan Berat Kering Mutlak.

Pada percobaan pot, setiap pot ditanami 2 stek ubijalar, bibit stek di-usahkan seragam, kemudian dijarang-kan pada 2 mst (minggu setelah tanam) dengan meninggalkan 1 tanaman terbaik per pot. Pada saat tanam juga dilakukan pemberian pupuk dasar urea dengan dosis 100 kg ha⁻¹. Semua pupuk perlakuan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades untuk setiap pot percobaan, kemudian diaplikasikan lewat tanah dengan cara membuat lubang tugal sekitar 5 cm dari tanaman. Frekwensi pemberian urea dan perlakuan dilaku-kan 2 kali yaitu pada 2 mst dan 4 mst, masing-masing dengan takaran 50% dari takaran perlakuan.

Variabel pertumbuhan yang di-ukur meliputi panjang sulur, bobot basah sulur dan bobot kering sulur. Adapun sifat kimia tanah yang diukur terdiri atas: pH, N-total, P-tersedia, C-organik, K-total dan Al-dd. Data variabel respons hasil percobaan diolah berdasarkan uji F dan dilanjutkan dengan Uji Duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%, menggunakan program analisis statistik Costat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah

Pengaruh pemberian imbalanced ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium disajikan pada Tabel 1.

Kemasaman (pH H₂O dan pH KCl)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh

tidak nyata ($P=0,0673ns$) terhadap pH (H_2O) maupun pH KCl ($P=0,0685ns$). Hal ini karena tanah mempunyai sifat buffer terhadap reaksi tanah akibat pengaruh pemupukan. Pada tabel 1 tampak bahwa pH H_2O tertinggi dicapai pada perlakuan A1 dan A2, kemudian diikuti secara berturut-turut oleh perlakuan A3, A4, A5, serta A6 dan A0. Penambahan fraksi humat menyumbangkan atau membebaskan sejumlah ion OH^- , sedangkan ekstrak krandalit bereaksi masam sehingga pengaruh campuran kedua larutan tersebut terhadap P tanah relatif sangat kecil.

C-Organik dan N-total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh tidak nyata ($P=0,126ns$) terhadap status C-Organik. Hal ini karena konsentrasi C-organik yang diberikan sangat rendah sehingga belum mampu meningkatkan C-Organik tanah secara signifikan. Konsentrasi fraksi organik yang terdapat pada perlakuan A2, A3, A4, A5 dan A6 yang masih rendah ini lebih diharapkan untuk mengurangi retensi P Musaad (2009) menyarankan bahwa untuk mengantisipasi dampak pengaruh Al dan Fe terlarut terkait dengan

Tabel 1. Beberapa sifat kimia tanah akibat pemberian ekstrak krandalit, fraksi Humat Dan kalium pada tanah mineral masam

Sifat Kimia Tanah								
Perl.	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	C-Org (%)	N-total (%)	Nisbah C/N	Al-dd (cc mol/kg)	H-dd (cc mol/kg)	P Bray (ppm)
A0	4,575a	4,35a	0,45a	0,095a	5,055a	1,895a	0,488b	2,60025b
A1	4,675a	4,375a	0,475a	0,105a	4,67a	1,775a	0,595ab	5,79025a
A2	4,675a	4,425a	0,515a	0,1075a	4,87a	1,8825a	0,4825b	5,9565a
A3	4,65a	4,4a	0,645a	0,11a	6,1775a	1,8825a	0,8075a	2,93325b
A4	4,65a	4,45a	0,4925a	0,095a	5,815a	1,7975a	0,55ab	2,68875b
A5	4,60a	4,475a	0,6325a	0,115a	5,6475a	1,82a	0,75ab	1,3035b
A6	4,575a	4,45a	0,5125a	0,1125a	4,628a	1,56a	0,7475ab	3,0475b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

penggunaan TEFK dapat dilakukan dengan penambahan fraksi humat. Bahan organik tanah memiliki gugus-gugus fungsional yang sangat reaktif yakni gugus karboksilat $-COOH$, $-OH$ (fenolik, alkoholik, quinon, dan eter) yang biasanya saling berikatan dalam berbagai kombinasi. Kombinasi ikatannya atau posisi relatif gugus fungsional didalam asam-asam organik sangat penting artinya dalam hubungannya dengan penetralan keracunan Al dan Fe bagi tanaman (Sanches, 1992). Data pada table 1 menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan C-organik dengan semakin tinggi pemberian fraksi humat. Hasil analisis ragam

menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh tidak nyata ($P=0,716ns$) terhadap status N-total. Hal ini di duga karena dosis bahan organik yang diberikan masih kurang memadai serta kandungan N bahan organik yang rendah sehingga belum mampu meningkatkan N-tanah. Kehilangan N terjadi melalui penguapan hara oleh tanaman dan volatilisasi (penguapan).

Gejala kekurangan N terlihat mulai umur 3 mst hingga panen vegetatif (8 mst) pertumbuhan tanaman terganggu (kerdil) dan pada daun-daun tua berwarna kuning dan gugur. Nitrogen bersifat *mobile* sehingga jika terjadi

kekurangan N pada bagian pucuk, nitrogen yang tersimpan pada daun tua akan dipindahkan ke organ yang lebih muda (Hardjowigweno, 1987; Novizan, 2001). Unsur N berperan sebagai penyusun semua protein, klorofil dan asam-asam nukleat, serta berperan penting dalam pembentukan koenzim (Hardjowigweno, 1987; Hana-fiah, 2004). Pupuk N berperan menonjol terhadap bagian vegetatif tanaman (daun dan pucuk), kekurangan N menyebabkan tanaman kerdil, partum-buhan akar terbatas daun-daun kuning dan gugur (Hardjowigweno, 1987; Novizan, 2001)).

Al-dd

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh tidak nyata ($P=0,954ns$) terhadap status Al-dd. Pada tabel 1 terlihat bahwa status Al-dd tertinggi dicapai pada perlakuan A0 (1,895), diikuti berturut-turut oleh perlakuan A2 dan A3 (1,8825), A5 (1,82), A4 (1,7975), A1 (1,775) dan terendah perlakuan A6 (1,56). Lebih rendahnya Al-dd pada tanah yang diberi perlakuan dibanding kontrol diduga disebabkan oleh meningkatnya pH yang bermuara pada pemberian unsur fosfat dan bahan organik, sehingga Al^{3+} mengendap membentuk $Al(OH)_3$ sehingga konsentrasi Al-dd menurun (Brady, 1984 dalam Nursyamsi, 2006). Menurut Hanafiah (2004), pemakaian pupuk fosfat, pupuk organik, pengelolaan KTK tanah dan penggenangan tanah secara periodik berpengaruh menurunkan kelarutan Al, sebaliknya pemakaian KCl meningkatkan kelarutan Al. Penurunan Al-dd pada percobaan ini menunjukkan adanya perbaikan terhadap sifat kimia tanah. Penggunaan KCl dosis tinggi pada tanah mineral masam hendaknya dihindari karena dapat meningkatkan kelarutan Al, selain

itu menurut Tisdale dan Nelson (1975), mengatakan bahwa walaupun kalium sangat dibutuhkan tanaman, pemberian kalium yang berlebihan akan menekan penyerapan unsur lain seperti kalsium dan magnesium.

P-Tersedia

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat nyata ($P=0,0018^{**}$) terhadap status P-tersedia, dimana P-tersedia tertinggi diperoleh pada perlakuan **A2** (5,9565 ppm), yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan **A1** (5,7902 ppm), tetapi *berbeda nyata* dengan perlakuan **A6** (3,0475 ppm), perlakuan **A3** (2,9332 ppm), perlakuan **A4** (2,6887 ppm), **A0** (2,6002 ppm) dan perlakuan **A5** (1,3035 ppm).

Meningkatnya P-tersedia pada perlakuan A2 dan A1 selaras dengan tingginya persentase ekstrak krandalit yang mengandung P dengan kelarutan tinggi karena telah diaktivasi melalui perlakuan termal. Menurut Fransisco *et al.* (2007) yang dikutip oleh Musaad (2009), mineral fosfat krandalit dapat digunakan langsung setelah diaktivasi dengan perlakuan termal. Perlakuan termal pada suhu 600-700°C merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kelarutan P pada TEFK (Musaad, 1996). Sedangkan lebih tingginya P-tersedia pada perlakuan A2 dari pada perlakuan A1 disebabkan oleh adanya kombinasi fraksi organik dalam perlakuan A2 yang tidak terdapat pada perlakuan A1. Menurut Stevenson (1982) mengatakan bahwa bahan organik memiliki kemampuan dalam mencengkam (*chelate*) koloid/ mineral oksida bermuatan positif dan kation-kation terutama Al dan Fe yang reaktif, menyebabkan fiksasi P tanah menjadi ternetralisir, serta adanya asam-asam organik yang mampu melarutkan P dan

unsur-unsur lainnya dari pengikatnya. Tisdale *et al.* (1975), mengatakan interaksi yang terjadi antara bahan organik dengan pupuk P dalam mengurangi retensi P yang tinggi adalah karena adanya asam organik dan garam organik yang berasal dari bahan organik yang banyak mengandung gugus-gugus karboksil sehingga akan menggantikan P yang terjerap dalam hidrous oksida Al, dan akan melepaskan $H_2PO_4^-$ yang dibutuhkan oleh tanaman.

Komponen Pertumbuhan

Tabel 2. Komponen pertumbuhan ubijalar akibat pemberian ekstrak Krandalit, fraksi humat dan kalium pada tanah mineral masam.

	Komponen pertumbuhan ubi jalar							
	(5mst)	(6mst)	(7mst)	(8mst)	BB	BK	BB	BK
A0	40,7a	47,05a	56,3a	73,4a	63,24b	10,2175d	18,795a	3,3125a
A1	47,55a	55,45a	65,75a	85,35a	81,105a	13,1625ab	23,37a	4,025a
A2	42,65a	49,3a	56,9a	70,5a	81,125a	13,665a	25,3625a	4,505a
A3	46,05a	52,35a	65,7a	84,45a	63,37b	11,0125cd	20,5875a	3,375a
A4	43,95a	51,8a	61,0a	71,05a	71,1075b	10,4875d	16,515a	2,6075a
A5	44,25a	51,5a	60,15a	70,9a	71,1575b	12,7475abc	22,8675a	3,885a
A6	39,7a	47,0a	55,3a	68,4a	71,7925ab	11,4225bcd	22,2575a	3,7025a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji duncan pada taraf 5%

sedangkan tanaman dengan perlakuan **A₆**, menghasilkan panjang sulur terendah pada semua umur pengamatan. Dari hasil tersebut diatas terlihat bahwa ubijalar yang mendapat perlakuan dengan persentase ekstrak krandalit tinggi memiliki panjang sulur tertinggi, sedangkan kontrol dan perlakuan dengan dosis K tinggi panjang sulurnya lebih rendah. Fosfor banyak terdapat pada inti sel dan peranannya sangat besar dalam pembelahan sel serta perkembangan jaringan muda (Tisdale and Nelson, 1975). Menurut Ringkas (2007), unsur **kalium** diperlukan tanaman untuk pembentukan karbohidrat didalam umbi, untuk kekuatan daun, dan pembesaran daun. Tetapi pengaruhnya

Komponen pertumbuhan ubi jalar yang diamati disajikan pada Tabel 2.

Panjang Sulur

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium *tidak berpengaruh* ($P > 0.05$) terhadap panjang sulur ubijalar pada 5, 6, 7 dan 8 MST. Pada tabel 2 terlihat bahwa ubijalar yang diberi perlakuan **A₁** menghasilkan panjang sulur tertinggi, diikuti selanjutnya oleh perlakuan **A₃**,

terhadap pertumbuhan vegetatif tidak begitu nyata.

Bobot Trubus

Hasil analisis statistik terhadap berat basah trubus menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat nyata ($P = 0.0052^{**}$) terhadap berat basah trubus ubijalar. Hasil *test Duncan's* terhadap berat basah trubus ubijalar menunjukkan bahwa berat basah trubus tertinggi diperoleh pada perlakuan **A₂** yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan **A₁** dan **A₆** *tetapi berbeda nyata* dengan perlakuan **A₅**, **A₄**, **A₃** dan perlakuan **A₀**. Hasil analisis ragam terhadap berat kering trubus juga menunjukkan bahwa pemberian ekstrak

krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat nyata ($P=0,0042^{**}$) terhadap berat kering trubus ubijalar, dimana berat kering trubus tertinggi diperoleh pada perlakuan **A2** yang tidak berbeda dengan perlakuan **A1** dan **A5**, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan **A6**, perlakuan **A3**, perlakuan **A4**, dan perlakuan **A0**.

Data diatas menunjukkan bahwa biomassa ubijalar pada percobaan ini sangat dipengaruhi oleh pemberian dosis ekstrak krandalit yang tinggi. Hal ini karena P diduga merupakan unsur pembatas utama pada tanah mineral masam. Menurut Tan (1993), Fosfor (P) merupakan salah satu hara esensial bagi tanaman, peranannya dalam sistem biologi tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya namun keberadaan fosfor di dalam tanah nisbi sulit tersedia bagi tanaman, sehingga unsur ini sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil ini juga menunjukkan bahwa, pemberian pupuk cair dari ekstrak krandalit yang disertai atau dikombinasikan dengan pemberian bahan organik dan kalium (**A2**) memberikan hasil biomassa tanaman yang lebih tinggi dari pada pupuk cair dari ekstrak krandalit yang tidak disertai dengan bahan organik dan kalium (**A1**). Hal ini diduga erat kaitannya dengan prinsip-prinsip pemupukan berimbang. Pemupukan berimbang adalah pemupukan untuk mencapai status semua hara didalam tanah pada aras optimum sesuai kebutuhan untuk pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman (Musaad, 2011).

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan kelarutan P di dalam tanah melalui pembentukan fosfo-humus yang lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman (Tisdale *et al.*, 1975), selain itu dekomposisi bahan organik menghasilkan CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^- dan SO_4^{2-} yang merupakan sumber hara

bagi tanaman (Stevenson, 1982). Demikian halnya dengan peranan K. kalium memberikan efek keseimbangan, baik pada nitrogen maupun pada fosfor dan karena itu penting terutama dalam pupuk campuran (Rukmi, 2009).

Bobot Akar

Hasil analisis ragam terhadap bobot akar menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium *tidak berpengaruh nyata* terhadap berat basah akar ($P=0,1738ns$) tetapi berpengaruh nyata terhadap berat kering akar ($P=0,048ns$). Hal ini diduga karena dosis pupuk yang diberikan (100 lt ha^{-1}) cukup memadai sehingga mampu meningkatkan bobot akar. Pada tabel 2 tampak bahwa bobot akar tertinggi pada perlakuan **A2**, diikuti berturut-turut oleh perlakuan **A1**, perlakuan **A5**, perlakuan **A6**, perlakuan **A3**, perlakuan **A0** dan terendah perlakuan **A4**. Tingginya bobot akar maupun akar terpanjang pada ubijalar yang mendapatkan perlakuan ekstrak krandalit dibanding kontrol diduga erat kaitannya dengan peranan fosfat yang terkandung dalam TEFK. Salah satu peranan fosfat adalah memacu perkembangan akar (Hanafiah, 2004; Rukmi, 2009), khususnya akar lateral dan akar halus berserabut (Rukmi, 2009). Menurut Buckman dan Brady (1982), dikemukakan pula bahwa fosfor berperan dalam pembentukan lemak, albumen dan perkembangan akar.

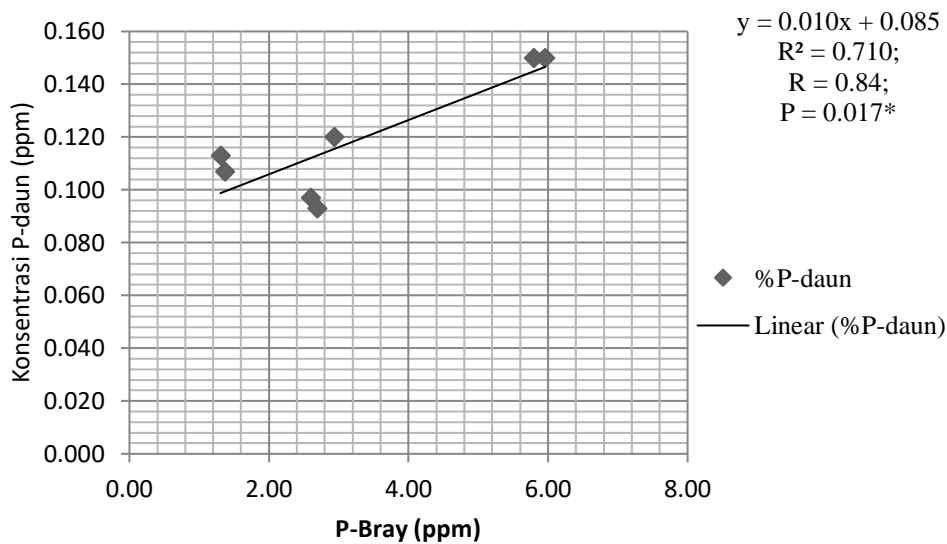
Konsentrasi P- jaringan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh nyata terhadap konsentrasi P-daun ($P=0.000^{**}$) maupun P-akar ($P=0.000^{**}$). Hasil test Duncan's terhadap konsentrasi P-daun menunjukkan bahwa konsentrasi P-daun tertinggi diperoleh pada perlakuan $A_1=A_2$ (0.15%) yang berbeda dengan perla-

kuan A₃ (0.12%), A₅ (0.113%), A₆ (0.107%), A₀ (0.097) dan A₄ (0.093%).

Hasil analisis regresi linier menunjukkan hubungan korelasi positif yang tidak nyata antara konsentrasi P-daun dengan pH (P=0.0645tn; r=0.73), hubungan korelasi positif yang nyata antara %P-daun dengan P-tersedia (P=0.0174*; r=0.84), dan hubungan korelasi negatif tidak nyata antara %K-daun dengan K₂O-Morgan (P=0.28tn; r=

-0.52). Sedangkan pada jaringan akar juga berlaku hubungan korelasi positif yang tidak nyata antara konsentrasi P-akar dengan pH (P=0.1145tn; r=0.65) dan hubungan korelasi positif yang nyata antara %P-akar dengan P-tersedia (P=0.048*; r=0.76). Bentuk hubungan antara konsentrasi P-daun dan P-akar dengan P-tersedia disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Hubungan antara rerata konsentrasi P-daun dengan P-Bray (P-tersedia)

Serapan P-Jaringan

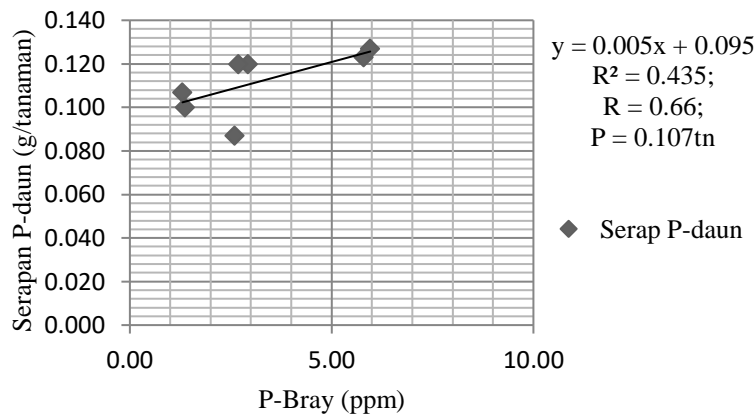
Hasil analisis regresi linier menunjukkan hubungan korelasi positif yang tidak nyata antara Serapan P-daun dengan P-tersedia (Y= 0.096 + 0.005 X; P=0.1069tn; r=0.66n). Sedangkan pada jaringan akar juga berlaku hubungan korelasi positif yang tidak nyata antara Serapan P-akar dengan P-tersedia (Y=0.00287 + 0.00037 X; P=0.1197tn; r=0.64). Hubungan regresi antara serapan P-daun dan serapan p-akar dengan P-tersedia disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Konsentrasi K jaringan

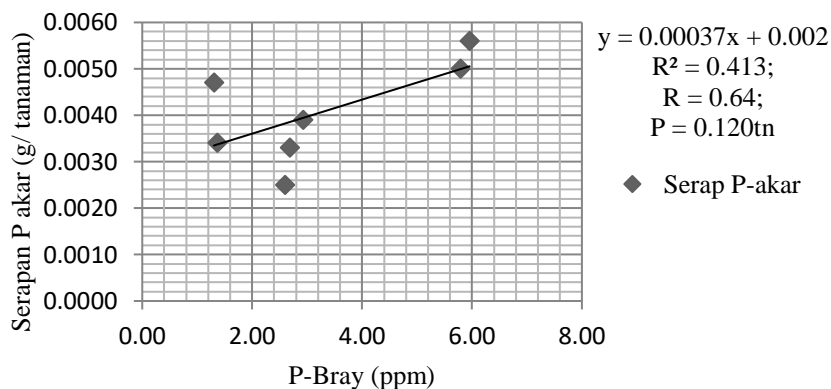
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit,

fraksi humat dan kalium berpengaruh nyata (P=0.0369*) terhadap konsentrasi K-jaringan daun. Hasil test Duncan's terhadap K-jaringan daun menunjukkan bahwa K-jaringan daun tertinggi diperoleh pada perlakuan A1 (6.97%) yang tidak berbeda dengan perlakuan A2 (6.84%), A4 (6.66 kg/ha), A3 (6.37%) dan A6 (6.09%), tetapi berbeda dengan perlakuan A0 (3.50%) dan A5 (3.16%). Sebaliknya pada jaringan akar, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berbeda tidak nyata (P=0.3727tn) terhadap konsen-trasi K-jaringan akar. Pada Gambar 8 terlihat bahwa konsentrasi K-akar tertinggi dicapai pada perlakuan A5 (6.28%),

diikuti berturut-turut oleh perlakuan A2 (5.38%), A3 (5.33%), A4 (4.35%), A6 (3.70%), A0 (3.31%) dan terendah perlakuan A1 (3.30%).



Gambar 6. Hubungan antara rerata Serapan P-daun dengan P-Bray (P-tersedia)



Gambar 7. Hubungan antara rerata serapan P-akar dengan P-Bray (P-tersedia)

Serapan Fe-jaringan tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berbeda tidak nyata terhadap serapan Fe-pada jaringan daun ($P=0.7314tn$) maupun terhadap serapan Fe-pada jaringan akar ($P=0.1304tn$). Data Tabel 8 memperlihatkan bahwa terjadi serapan Fe yang cukup tinggi. Sekalipun efek toksisitas Fe tidak terlalu berbahaya, tetapi tingginya serapan Fe pada percobaan ini akan menimbulkan ketidakseimbangan unsur-unsur hara dalam jaringan tanaman. Serapan Fe yang tinggi dapat mengurangi penyerapan Mn (Hardjowigeno, 1987) yang juga sangat berguna bagi tanaman. Bila konsentrasi dan

atau serapan Fe meningkat akan menghambat penyerapan P. Di dalam larutan tanah, ketersediaan Fe yang tinggi akan mengendapkan ion fosfat, dan bentuk Fe-fosfat merupakan bentuk P didalam tanah yang paling tidak tersedia dibandingkan dengan bentuk P lainnya (Hanafiah, 2004).

KESIMPULAN

1. Pemberian ekstrak krandalit Ayamuru, fraksi humat dan kalium berpengaruh nyata terhadap meningkatnya status P-tersedia tanah tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap perbaikan sifat kimia tanah lainnya seperti pH H₂O, pH KCl,

persen C-Organik, N-Total dan Al-dd.

2. Pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering trubus dan akar ubijalar, dan serapan K tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap panjang sulur, serapan P dan Fe.
3. Perlakuan A2 (80% TTEFK: 10% fraksi organik: 10% Kalium) meningkatkan status P-tersedia dan bobot trubus sehingga merupakan formula terbaik pada Ultisols.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon, 2010. Aplikasi Costat Dalam Analisis Data Percobaan. Bahan Kuliah/Praktek Mata Kuliah Statistik Terapan Program Pascasarjana Program Studi Ilmu Pertanian Unipa Manokwari.
- Barchia, F. 2009. Perpektif Agroekosistem Tanah Mineral Masam. faizbarchia.blogspot.com/..agro_ekosistem_Tanah-Mineral_Masam.html (di akses tgl 1 Juni 2011)
- Buckman Harry O. and Brady, Nyle C., 1982. Ilmu Tanah. Bhratara Karya aksara-Jakarta. (terj. Dr. Sugiman).
- Fransisco, B and L.I. Prochnow, 2007. Thermal Treatment of Aluminous Phosphates of The Crandallite Group ($\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$) and Its Effect On Phosphorus Solubility. www.scielobr/scielophp.script-sci. Scientia Agricola print. Sci.agric. Piracicoba, Braz. Vol 64.3. piracicoba.
- Hanafiah, K.A. 2004. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit PT Raja grafindo Persada-Jakarta.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. Lahan kering untuk pertanian. hlm. 1-34 dalam Abdurachman et al. (Ed.). Buku Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agro-klimat, Bogor.
- Huang, P.M. dan Schnitzer. 1997. Interaksi Mineral Tanah Dengan Organik Alami dan Mikroba (Terjemahan Goenadi, D.H.). Gajah Mada Press.h 120-132.
- Joetono, 1992. Biologi dan Biokimia Peruraian Bahan Organik. Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada.
- Jones, J.B., B. Wolf and A.H. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretatio Guide. Micro-Macro Publishing, Inc. 7-9, 181-188.
- Kamprath, E.J., and C.D. Foy. 1985. Lime-fertilizer-plant interactions in acid soils. In: O. Englestad (ed), Fertilizer technology and use. 3rd edition. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Karamoy, L.T. 1998. Pengaruh Pemupukan Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Ubijalar (Ipomea batatas (L.) Lamb). Tesis Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister Sains Pada Program Studi Ilmu Tanaman (ITN). Program Pascasarjana KPK-IPB Unsrat Manado
- Kwong, N.K., P.M. Huang. 1977. Influence of Citric Acid on the Hydrolitic Reactions of Aluminium. P.2-42 In A.D. Robson (ed). Soil Acidity and Plant Growth. Academic Press, Sidney
- Mariam, S., Hudaya, R., 2002. Pengaruh Pupuk Organik dan SP36 Terhadap Beberapa Sifat Kimia Andisol Serapan P dan Hasi

- Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* Var. Grand 11). *Soirens* Vol. 3 No. 6 Desember 2002: 275-282. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran Bandung.
- Mulyani, A., Rachman, A., Dairah, A., 2010. Penyebaran Lahan Masm, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat Bogor.
- Musaad, I. 2009. Beberapa Sifat Kimia Tanah, Konsentrasi P, Al dan Fe serta Hasil Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Ekstrak Krandalit dan Fraksi humat Pada Hemic Hapludults. Disertasi PPS Unpad.
- Musaad, I. 1996. Pengaruh Pemanasan dan Pengasaman Terhadap Tahana (status) Fosfat Tanah Endapan Fosfat Krandalit Ayamaru Sorong. *Bulletin Penelitian Pascasarjana UGM*. 9 (3B), Agustus 1996.h. 333-337.
- , I. 1998. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Endapan Fosfat Krandalit Akibat Perlakuan Termal. *Irian Jaya Agro. Jurnal Ilmiah. Pertanian, Peternakan dan Kehutanan*. IV. No. 1.
- , I. 2005. Rekayasa Teknologi Pupuk Fosfat Cair Ramah Lingkungan Dari Endapan Fosfat Krandalit Ayamaru dan Fraksi Asam Fulvat. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Hibah Bersaing XII Tahun 2005-2007.
- Rukmi, 2009. Pengaruh Pemupukan Kalium dan Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan hasil Ubijalar. Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus.
- Schroo H., (1964). An Inventory of Soils Suitabilities In West Irian I. *Neth. J. Agric. Sci.* Vol 12 (1964) No. 1 (February).
- Stevenson, F.J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*. A Wileyinter-science publication. John Wiley & Sons, New York.
- Suntoro, W. A. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. 4 Januari 2003. Sebelas Maret University Press, 2003.
- Syukur, A., dan Harsono, H.S., 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan NPK Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Fisika Tanah Pasir Pantai Samas Bantul. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 8, no 2 (2008) p:138-145. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM-Yogyakarta.
- Tan, 1993. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker. Inc. New York
- Tisdale, S. L. dan W. L. Nelson, 1975. *Soil Fertility and Fertilizers*. McMillan Publ. Co. Inc., New York.
- Wattimena, N.F. 2010. Tanggap Kacang Tanah (*Arachis hipogea*, L) dan Ubijalar (*Ipomea batatas* (L) Lamb.) Pada Sistem Pertanaman Campuran. Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Pada Universitas Negeri Papua Manokwari
- Yuliprianto, H. 2010. *Biologi Tanah dan strategi Pengelolaannya*. Edisi Pertama, Cetakan Pertama , Graha Ilmu-Yogyakarta.