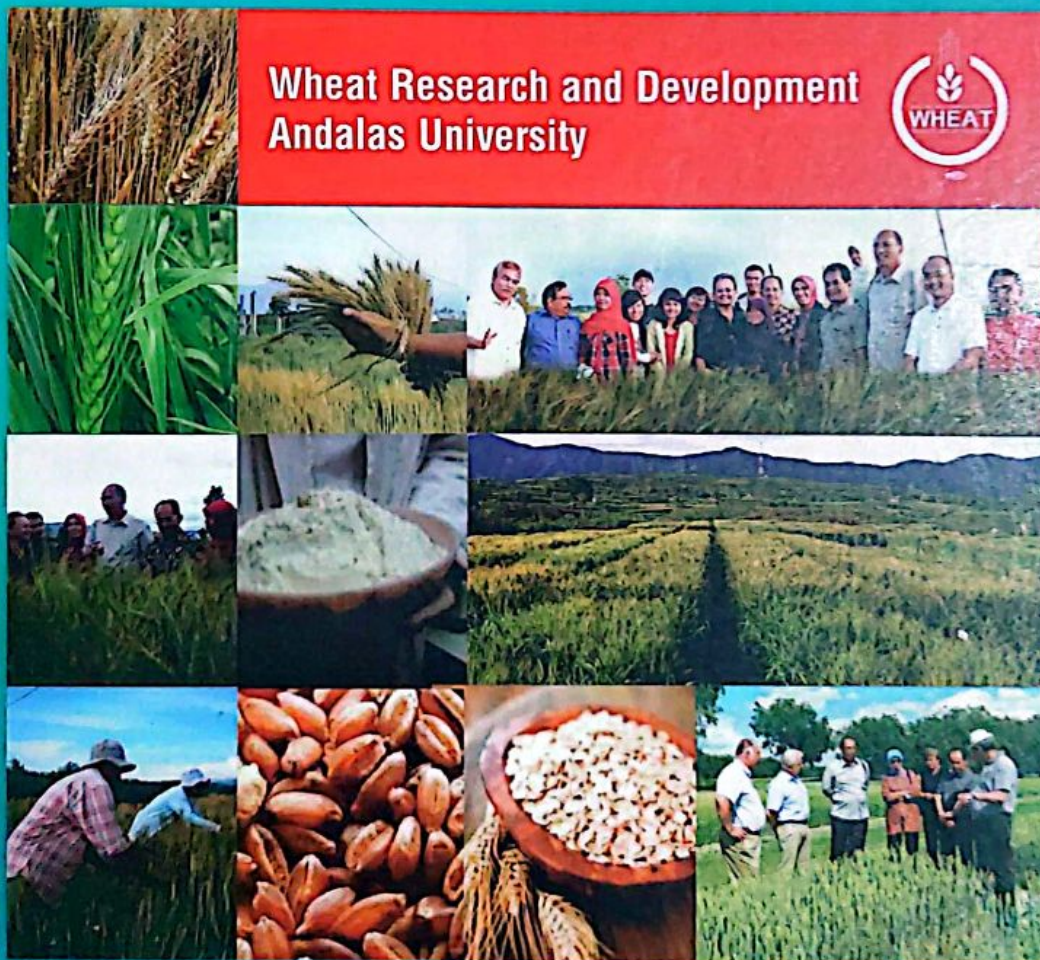


KOMPILASI PENELITIAN **GANDUM**

UNIVERSITAS ANDALAS 2011 - 2013



Irfan Suliansyah & Irawati Chaniago
(editor)

Kompilasi Penelitian Gandum Universitas Andalas 2011-2013

--Yogyakarta: LeutikaPrio, 2014

vi + 925 hlm.; 21x29 cm

Cetakan Pertama, April 2014

Editor : Irfan Suliansyah dan Irawati Chaniago
Pemerhati Aksara : Tim LeutikaPrio
Desain Sampul : Indra Afrana
Tata Letak : Anwar



Jl. Wiratama No. 50, Tegalrejo, Yogyakarta, 55244

Telp. (0274) 625088

www.leutikaprio.com

email: marketing@leutikaprio.com

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin dari penerbit.

ISBN: 978-602-225-836-0

Dicetak oleh PT Leutika Nouvalitera
Isi di luar tanggung jawab percetakan.

DAFTAR ISI

1. Optimalisasi Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Genotipe SO-8 melalui Pemberian Pupuk Kotoran Ayam di Alahan Panjang Kabupaten Solok (Anggar Supriyadi, Warnita, Irfan Suliansyah)	1
2. Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Alahan Panjang Kabupaten Solok (Syanti Afriani, Ardi, dan Fevi Frizia)	25
3. Respons Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Pada Pemberian Pupuk Organik Limbah Pengolahan Kelapa Sawit (Novela Reskisyah, Irfan Suliansyah, Etti Swasti)	47
4. Uji Toleransi Beberapa Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Terhadap Cekaman Kekeringan (Sherly Handayani, Sutoyo, dan Neldi Armon)	70
5. Uji Adaptasi Beberapa Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Elisabeth Sianturi, Achyar Nurdin, dan Eti Farda).....	101
6. Pengaruh Pemberian Beberapa Takaran Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Sukarami Kabupaten Solok (Melina Taurisa, Zulfadly Syarif, Suardi Gani).....	138
7. Respons Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Genotipe SO-9 Asal Slowakia pada Jarak Tanam yang Berbeda di Dataran Tinggi Alahan Panjang (Indah Utami Sesra, Irawati Chaniago, dan Zulfadly Syarif)	168
8. Uji Toleransi Beberapa Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Lokal Sumatera Barat terhadap Cekaman Kekeringan (Jusrianti Yusniwati, Yenni Liswarni).....	191
9. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Jorong Pabalutan, Kecamatan Rambatan, Kabupaten Tanah Datar (Melly Merlinda Malik, Reni Mayerni, Irawati Chaniago)	217

10. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Genotipe Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Nagari Tabek Patah, Kabupaten Tanah Datar (Nunung Hidayaty, Irfan Suliansyah, Lusi Maira)	253
11. Uji Adaptasi Beberapa Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Introduksi di Sukarami, Kabupaten Solok (Doni Hariandi, Achyar Nurdin, Auzar Syarif)	286
12. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Pekonina, Kabupaten Solok Selatan (Venny Gustiana, Irfan Suliansyah, Neldi Armon)	322
13. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Genotipe Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Kabupaten Tanah Datar (Zholia Violetta, Muhsanati, Yusrizal M. Zen).....	349
14. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Tanaman Gandum di Dataran Tinggi Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Wenni Triana, Zulfadly Syarif, Muhsanati)	382
15. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Balingka Kabupaten Agam (Anggri Ariston, Irfan Suliansyah, Irawati Chaniago)	405
16. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Nagari Balingka, Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam (Ade Rahayu Dwiyananda Putri, Irfan Suliansyah, Irawati Chaniago).....	434
17. Respons Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) Pada Jarak Tanam Berbeda di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Sigit Purnomo, Netti Herawati, Irawati Chaniago).....	466
18. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Mulsa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Genotipe Tanaman Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L.) di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Riny Handayani Sianipar, Muhsanati, Hidrayani).....	499

19. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Genotipe Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Kabupaten Solok Selatan (Sephartono, Irfan Suliansyah, Tamsil Bustamam) 528

20. Pengaturan Jumlah Benih Per Lubang Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Genotipe Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Puji Dwinanda, Irfan Suliansyah, Irawati Chaniago) 566

21. Pengaruh Pemberian Kompos terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Abu Vulkanis di Alahan Panjang serta Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) (Putri Ningsih, Syafrimen Yasin, Neldi Armon)..... 601

22. Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor (P) terhadap Ketersediaan dan Serapan P Serta Produksi Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) Pada Tanah Vulkanis Alahan Panjang (Fizzi Frizki Firdaus, Syafrimen Yasin, Irwan Darfis)..... 636

23. Penggunaan Uji Konduktivitas sebagai Uji Vigor pada Benih Gandum (*Triticum aestivum* L.) (Endang Murwantini, Azwalidi Anwar, Nalwida Rozen) 676

24. Pengaruh Jarak Tanam dan Jumlah Benih per Lubang Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Gandum (*Triticum aestivum* L.) Varietas Dewata di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Nini Marta, Irawati Chaniago, Irfan Suliansyah)..... 730

25. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Kultivar Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Fedri Ibusina, Irfan Suliansyah, Reni Mayerni) 767

26. Pengaruh Dosis Pupuk Kotoran Ayam dan Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) Varietas IS Jarissa di Alahan Panjang, Kabupaten Solok (Marliana Simanjuntak, Auzar Syarif, Zulfadly Syarif) 800

27. Kajian Jarak Tanam Gandum (*Triticum aestivum* L.) dan Waktu Tanam Caisim (*Brassica rapa* L.) terhadap Produktivitas Tumpangsari Gandum/Caisim (Reni Elmiati, Zulfadly Syarif, Auzar Syarif) 831

28. Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Naa (*Naphthaleneacetic Acid*) Pada Tahap Pertumbuhan Tanaman yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Sukarami, Solok (Vivi Dharma, Irfan Suliansyah, Warnita) 883

Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor (P) terhadap Ketersediaan dan Serapan P serta Produksi Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) pada Tanah Vulkanis Alahan Panjang

The Effect of Giving Phosphorus (P) Fertilizer to Availability and Absorption of P and Wheat (*Triticum aestivum* L.) Production on Volcanic Soils Alahan Panjang

Fizzi Frizki Firdaus, Syafrimen Yasin, Irwan Darfis
BKI Ilmu Tanah, Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

Abstract

Research on the effect of giving phosphorus fertilizer to availability and absorption of P and wheat production on volcanic soils has been done at Batu Bagirik Village, Lembah Gumanti District, Solok Regency, West Sumatra from October 2012 to February 2013. The analysis conducted in Soil Chemistry Laboratory, Soil Department of Agriculture Faculty, Andalas University Padang. The research objective was to determine the effect of giving various doses of P fertilizer to availability and absorption of P elements and wheat production on volcanic soils Alahan Panjang. This study uses a randomized design consisting of 4 treatments and 3 frequencies. The study treatment was given 4 recommendation (R) level of phosphorus fertilizers in the form of SP-36 those are treatment A 1.00 R (200 kg / ha), treatment B 1.25 R (250 kg/ha), treatment C 1.50 R (300 kg/ha) and treatment D 1.75 R (350 kg / ha). Data were analyzed using variance experiment (F test) if significantly different then followed by BNJ significance level 5%. The results showed that giving P fertilizer as much as 1.75 R is the best dose to improve the chemical characteristic of volcanic soil and absorption of P plant and wheat production. Giving P fertilizer as much as 1.75 R repairs some soil chemical characteristic such as soil pH increased to 0.07 units; soil CEC increased to 3.32 me/100 g; reduces soil Al content 0.59 g me/100; increases P availability at 10.02 ppm by giving P fertilizer as much as 1:00 R. Giving 1.75 A also increases absorption of P to 0:53 kg / plot and increases the production to 0.27 ton/ha by giving P fertilizer 1:00 R.

*Keywords: phosphorus fertilizer, wheat (*Triticum aestivum* L.), volcanic soil*

Bab I

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pertambahan penduduk yang semakin tinggi di Indonesia mengakibatkan kebutuhan terhadap bahan makanan juga bertambah. Peningkatan produksi pertanian terutama tanaman pangan merupakan tujuan utama dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan nasional. Berbagai upaya telah ditempuh untuk mencapai maksud tersebut, salah satu di antaranya melalui pengembangan tanaman pangan alternatif selain padi, jagung, dan kedelai.

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan alternatif, dalam rangka mendukung ketahanan pangan serta diversifikasi pangan. Gandum termasuk tanaman pangan famili sereal yang kaya akan karbohidrat. Biji gandum memiliki kandungan karbohidrat, protein, mineral, dan vitamin yang lebih tinggi daripada beras dan jagung. Peluang pengembangan gandum cukup besar karena adanya pergeseran pola makan dari karbohidrat beras ke karbohidrat nonberas terutama di daerah perkotaan.

Dari data yang didapatkan dari United State Department of Agriculture (USDA), Pada tahun 2012 Indonesia mengimpor gandum sebanyak 7,1 juta ton dan meningkat dari tahun lalu yang hanya 6,7 juta ton. Kebutuhan tepung terigu dalam negeri malah meningkat 7,06% pada tahun 2012 ini karena terigu saat ini menjadi salah satu kebutuhan pokok untuk bahan pangan (APTINDO, 2013).

Upaya peningkatan produksi gandum perlu ditingkatkan, bukan hanya mengandalkan intensifikasi saja selain itu diperlukan juga upaya melalui ekstensifikasi pada kondisi tanah dan iklim mikro yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman gandum. Pengembangan ini dapat dilakukan dengan mengarahkan ke dataran yang mempunyai ketinggian berkisar di atas 800 m d.p.l, curah hujan 600–825 mm/tahun, RH 80–90%, dan pH tanah antara 6,5–7,1. Tanaman gandum dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada beberapa lahan pertanian di Indonesia, khususnya pada daerah dataran tinggi yang bersuhu 12–26.5° C (DEPTAN, 1978). Salah satu daerah di Sumatra Barat yang sesuai dengan syarat kesesuaian lahan penanaman gandum adalah di Alahan Panjang, Kabupaten Solok, yang bersuhu ± 20°C dan mempunyai ketinggian 1.600 m d.p.l.

Kabupaten Solok merupakan salah satu sentra produksi pangan di Sumatera Barat, yang terletak di sekitar gunung api. Tanah vulkanis di Alahan Panjang pada umumnya terletak pada ketinggian 1.600 m d.p.l dan bersuhu ± 20°C yang digunakan untuk pertanian hortikultura dan perkebunan teh. Tanah ini juga berpotensi untuk pengembangan gandum, karena tanaman gandum dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian di atas 800 m d.p.l dengan suhu optimum 20–25°C dengan curah hujan sekitar 600–825 mm/tahun serta memiliki kelembapan rata-rata sekitar 80–90% dan intensitas penyinaran 9–12 jam/hari. Selain itu, tanaman gandum juga dapat tumbuh pada pH tanah yang berkisar 6–7 dengan memiliki kondisi syarat tanah yang baik, yaitu hara yang diperlukan cukup tersedia, tidak ada zat toksik, kelembapan mendekati kapasitas lapang, suhu tanah berkisar 15–28°C, aerasi tanah baik dan tidak ada lapisan padat yang menghambat penetrasi akar gandum untuk menyusuri tanah (deptan.go.id)

Kemungkinan jenis tanah yang terbentuk dari bahan induk abu vulkan di antaranya adalah Andisol dan Inceptisol. Sifat kimia dan fisika dari Inceptisol adalah pH mendekati netral, kejenuhan basa kurang dari 50%, porositas 68%-85% dan warna hitam mengandung bahan organik yang tinggi (Resman *et al.*, 2006). Menurut Hardjowigeno (1993) Inceptisol tanah yang belum matang (*immature*) dengan perkembangan profil yang lebih lemah dibandingkan dengan tanah yang matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya.

Sifat-sifat tanah vulkanis lainnya, yaitu berat volume (BV) yang rendah, gembur, terasa berminyak (*smearly*) dengan kapasitas memegang air yang besar serta fiksasi fosfat yang tinggi. Keunikan tanah vulkanis ini disebabkan oleh susunan mineralnya yang banyak mengandung koloid aktif Al dan Fe, baik dalam bentuk non-kristalin maupun para-kristalin (Shoji *et al.*, 1993). Akibat tingginya fiksasi fosfat, maka ketersediaan fosfat yang mudah larut akan berkurang. Egawa, 1977 (*cit. Devnita et al.*, 2005) hanya 10% dari pupuk P yang diberikan dapat digunakan oleh tanaman. Tingginya persentase fiksasi P merupakan masalah serius yang banyak dijumpai pada tanah vulkanis.

Ketersediaan P tanah untuk tanaman terutama dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah itu sendiri (Soepardi, 1983). Jumlah P yang terdapat dan tersedia di dalam pertanian umumnya sangat sedikit, hal ini yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk ion P ($H_2PO_4^{-1}$, HPO_4^{-2} , PO_4^{-3}) serta dalam bentuk fosfolipida dan asam nukleat (Ahmad, 1980). Ketersediaan P tanah tergantung juga pada faktor pH tanah, kandungan Fe, Al, Mn, Ca, jumlah dekomposisi bahan organik serta efektifitas mikroorganisme (Hakim, *et al.*, 1986).

Universitas Nitra Slovakia dengan Universitas Andalas sedang mengembangkan gandum yang bisa dibudidayakan di wilayah tropis, salah satunya adalah Sumatra Barat. Riset kedua universitas itu menemukan empat dari 11 varietas gandum Slovakia yang bisa ditanam di Indonesia, yaitu varietas SO-3, SO-8, SO-9 dan SO-10. Hasil terbaik mencapai 4 ton/ha (indonesiainfrastructurenews.com)

Suliansyah (2011) telah melakukan penelitian gandum di Alahan Panjang dengan dosis pupuk 150 kg Urea, 200 kg SP-36, dan 100 kg KCl/ha (sesuai rekomendasi Badan Penelitian Tanaman Serealia). Dari penelitiannya di Alahan Panjang dilaporkan bahwa pertumbuhan vegetatif gandum varietas SO-9 sangat bagus dengan tinggi rata-rata 85.38 cm pada umur 11 minggu setelah tanam. Namun, dengan demikian pertumbuhan generatif belum sebaik pertumbuhan vegetatif dengan hasil hanya 1.54 ton/ha. Ini diduga karena rendahnya serapan P tanaman yang disebabkan oleh rendahnya ketersediaan P dalam tanah. Oleh karena itu, penambahan pupuk P sangat diperlukan.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis melakukan penelitian yang berjudul **"Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor (P) Terhadap Ketersediaan dan Serapan P serta Produksi Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) Pada Tanah Vulkanis Alahan Panjang."**

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan P serta produksi tanaman gandum pada tanah vulkanis Alahan Panjang.

Bab II

Tinjauan Pustaka

A. Karakteristik Tanah Vulkanis dan Permasalahannya

Tanah vulkanis di Indonesia umumnya berasal dari periode Kuarter atau Kuarter-Tersier dengan beragam bahan induk yang berasal dari letusan gunung api (Tan, 1984). Tanah vulkanis di Indonesia pada umumnya terbentuk dari lahar, tuff, dan debu vulkanik. Tanah vulkanis di Sumatra tersebar di pegunungan Bukit Barisan. Lahar merupakan bahan induk vulkanik berupa magma cair yang dimuntahkan gunung api untuk akhirnya akan membeku (Tan, 1998).

Tanah di Alahan Panjang menunjukkan tanah dengan bahan induk vulkanis. Grup fisiografi vulkan terdiri atas Stratovulkan dengan bentuk wilayah landai dan bergelombang (lereng < 16%) sampai berlereng curam (< 55%), dataran vulkan (lereng 3–8%), perbukitan dan pegunungan vulkan (lereng > 16%). Bahan pembentukan tanah berasal dari tuff masam serta tuff dan lava intermedier sampai basik. Ketinggian tempat 350-2.300 m d.p.l. Jenis tanah utama daerah ini, yakni: Hydrandepts dan Dystrandeps umumnya berkembang dari bahan vulkanik muda dan menempati lereng atas dan tengah, berpenampang dalam sampai sangat dalam, tekstur halus sampai sedang, drainase baik. Sedangkan jenis tanah lainnya, yakni: Dystropepts, Humitropepts, dan Kandiudults menempati bagian lereng tengah dan bawah, kaki lereng serta daratan (Suparto, 1990 *cit. Irvana, 2005*)

Tanah vulkanis memiliki sifat dan ciri morfologi kimia, dan fisika yang berkaitan erat dengan perilaku dan asal dari Al atau Fe aktif yang terdiri dari mineral liat nonkristalin, seperti alofan dan ferrihidrit serta mineral liat parakristalin 'imogolit' (Wada, 1989). Adanya senyawa aktif Al dan Fe yang cukup banyak dalam tanah menyebabkan P terjerap kuat pada struktur mineral ini atau terikat pada gugus fungsional OH atau Hyang bermuatan positif (Shoji et al., 1993). Sifat fisik yang dimiliki tanah vulkanis, antara lain berat volume (BV) yang rendah, gembur, terasa berminyak (*smearly*) dengan kapasitas memegang air yang besar.

B. Peranan Unsur P untuk Tanaman dan Masalahnya pada Tanah Vulkanis

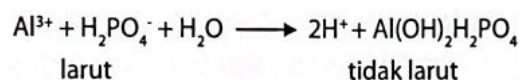
Fosfor (P) merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (unsur makro). Jumlah dalam tanah lebih sedikit dibandingkan dengan Nitrogen (N) dan Kalium (K) tetapi P dianggap sebagai kunci kehidupan (Sanchez, 1976). Bentuk P dalam pupuk adalah P₂O₅. Salah satu bentuk P anorganik adalah pupuk SP-36. Rumus kimia jenis pupuk SP-36 adalah Ca (H₂PO₄)₂ H₂O. Kadar P₂O₅ pupuk ini adalah sekitar 36% (Rosmarkan dan Yuwono, 2002).

Peranan P bagi tanaman adalah untuk mempercepat pematangan buah dan biji tanaman. Kekurangan unsur P pada tanaman akan memengaruhi proses fisiologis tanaman. Efisiensi pupuk P yang diberikan untuk tanaman umumnya hanya mencapai 15- 20% dan karena hara P bersifat tidak mobil, maka sebagian besar tetap berada dalam tanah terikat oleh partikel tanah atau bahan organik (Barber, 1976 *cit. Puslittan, 2004*). Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1992) menyatakan bahwa efisiensi P pada lahan pertanian itu rendah, karena dari sekian banyak pupuk P yang diberikan hanya 10- 30% saja yang dapat dipergunakan oleh tanaman. Hal ini terjadi karena adanya proses pengikatan atau fiksasi P yang cukup tinggi oleh tanah terhadap pupuk yang diberikan. Pada tanah yang bersifat basa (pH tinggi), fiksasi P terjadi dengan Ca dan terbentuk ikatan Ca-P yang bersifat sukar larut,

sehingga bentuk P ini sukar atau bahkan tidak tersedia bagi tanaman. Pada tanah yang bersifat masam (pH rendah), fiksasi P terjadi dengan Fe dan Al dan terbentuk ikatan Fe-P atau Al-P yang juga sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman.

Sifat dan ciri morfologi, kimia, dan fisika tanah vulkanis mempunyai keunikan bila dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini berkaitan erat dengan perilaku dan asal dari Al dan Fe aktif yang terdiri dari mineral liat non-kristalin seperti alofan dan ferrihidrit serta mineral liat parakristalin kehadiran alofan memberikan sifat-sifat yang khas pada tanah. Hal ini disebabkan alofan mempunyai muatan bervariasi yang besar, bersifat amfoter, KTK antara 20 sampai 50 cmol(+)/kg sedangkan KTA antara 5 sampai 30 cmol (+)/kg, struktur yang acak dan terbuka serta dapat mengikat fosfat dalam jumlah yang banyak (Wada, 1989; Tan, 1992; Van Ranst, 1995). Akibat kuatnya fiksasi fosfat oleh mineral ini, maka ketersediaan fosfat yang mudah larut akan segera berkurang dan menurut Egawa (1977) hanya 10% dari pupuk P yang diberikan dapat digunakan oleh tanaman. Tingginya persentase kehilangan pupuk P merupakan masalah serius yang banyak dijumpai pada tanah vulkanis.

Pupuk SP-36 merupakan hasil reaksi antara asam sulfat dan BP (batuan fosfat) dengan kadar 36% P₂O₅ serta P larut dalam air. Oleh karena itu, apabila SP-36 diberikan pada tanah masam, maka P akan diendapkan sebagai Fe-fosfat atau Al-fosfat dan cenderung diadsorpsi koloid-koloid tanah. Tanah liat masam mempunyai daya adsorpsi kuat, sehingga memerlukan penambahan pupuk P dosis tinggi. Kedua jenis pupuk (BP dan SP-36) dapat digunakan secara langsung pada tanah (Young *et al.*, 1985).



Kandungan P organik di dalam tanah berkisar antara 20–80% dari total P tanah. Kandungan P organik di dalam tanah yang lebih dari 20% tersebut merupakan sumber ketersediaan P yang digunakan oleh tanaman, tetapi perlu ditransformasi terlebih dahulu menjadi bentuk P anorganik melalui proses mineralisasi. Proses mineralisasi P organik secara langsung penghancuran serasah tanaman oleh fauna tanah, dilanjutkan dengan tahap perubahan bentuk P organik menjadi P anorganik (Sakurai *et al.*, 2008).

C. Peranan Unsur P untuk Tanaman dan Masalahnya pada Tanah Vulkanis

Fosfor (P) merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (unsur makro). Jumlah dalam tanah lebih sedikit dibandingkan dengan Nitrogen (N) dan Kalium (K) tetapi P dianggap sebagai kunci kehidupan (Sanchez, 1976). Bentuk P dalam pupuk adalah dalam P₂O₅. Salah satu bentuk P anorganik adalah pupuk SP-36. Rumus kimia jenis pupuk SP-36 adalah Ca (H₂PO₄)₂ H₂O. Kadar P₂O₅ pupuk ini adalah sekitar 36% (Rosmarkan dan Yuwono, 2002).

Peranan P bagi tanaman adalah untuk mempercepat pematangan buah dan biji tanaman. Kekurangan unsur P pada tanaman akan memengaruhi proses fisiologis tanaman. Efisiensi pupuk P yang diberikan untuk tanaman umumnya hanya mencapai 15- 20% dan karena hara P bersifat tidak mobil, maka sebagian besar tetap berada dalam tanah terikat oleh partikel tanah atau bahan organik (Barber, 1976 *cit.* Puslittan, 2004). Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1992) menyatakan bahwa efisiensi P pada lahan pertanian itu rendah, karena dari sekian banyak pupuk P yang diberikan hanya 10- 30% saja yang dapat dipergunakan oleh tanaman. Hal ini terjadi karena adanya proses pengikatan atau fiksasi P yang cukup tinggi oleh tanah terhadap pupuk yang diberikan. Pada tanah yang bersifat

basa (pH tinggi), fiksasi P terjadi dengan Ca dan terbentuk ikatan Ca-P yang bersifat sukar larut, sehingga bentuk P ini sukar atau bahkan tidak tersedia bagi tanaman. Pada tanah yang bersifat masam (pH rendah), fiksasi P terjadi dengan Fe dan Al dan terbentuk ikatan Fe- P atau Al-P yang juga sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman.

Sifat dan ciri morfologi, kimia, dan fisika tanah vulkanis mempunyai keunikan bila dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini berkaitan erat dengan perilaku dan asal dari Al dan Fe aktif yang terdiri dari mineral liat non-kristalin seperti alofan dan ferrihidrit serta mineral liat parakristalin kehadiran alofan memberikan sifat-sifat yang khas pada tanah. Hal ini disebabkan alofan mempunyai muatan bervariasi yang besar, bersifat amfoter, KTK antara 20 sampai 50 cmol(+)/kg sedangkan KTA antara 5 sampai 30 cmol (+)/kg, struktur yang acak dan terbuka serta dapat mengikat fosfat dalam jumlah yang banyak (Wada, 1989; Tan, 1992; Van Ranst, 1995). Akibat kuatnya fiksasi fosfat oleh mineral ini, maka ketersediaan fosfat yang mudah larut akan segera berkurang dan menurut Egawa (1977) hanya 10% dari pupuk P yang diberikan dapat digunakan oleh tanaman. Tingginya persentase kehilangan pupuk P merupakan masalah serius yang banyak dijumpai pada tanah vulkanis.

Pupuk SP-36 merupakan hasil reaksi antara asam sulfat dan BP (batuan fosfat) dengan kadar 36% P₂O₅ serta P larut dalam air. Oleh karena itu, apabila SP-36 diberikan pada tanah masam, maka P akan diendapkan sebagai Fe-fosfat atau Al-fosfat dan cenderung diadsorpsi koloid-koloid tanah. Tanah liat masam mempunyai daya adsorpsi kuat, sehingga memerlukan penambahan pupuk P dosis tinggi. Kedua jenis pupuk (BP dan SP-36) dapat digunakan secara langsung pada tanah (young *et al.*, 1985)



Kandungan P organik di dalam tanah berkisar antara 20–80 % dari total P tanah. Kandungan P organik di dalam tanah yang lebih dari 20% tersebut merupakan sumber ketersediaan P yang digunakan oleh tanaman, tetapi perlu ditransformasi terlebih dahulu menjadi bentuk P anorganik melalui proses mineralisasi. Proses mineralisasi P organik secara langsung penghancuran serasah tanaman oleh fauna tanah, dilanjutkan dengan tahap perubahan bentuk P organik menjadi P anorganik (Sakurai *et al.*, 2008).

D. Gandum dan Syarat Tumbuhnya

Gandum (*Triticum aestivum* L.) berasal dari daerah subtropik dan salah satu sereal dari famili *Gramineae* (*Poaceae*). Sejak zaman prasejarah sudah mengenal sifat-sifat gandum dan tanaman biji-bijian lainnya sebagai sumber makanan. Berdasarkan penggalian arkeolog, diperkirakan gandum berasal dari daerah sekitar Laut Merah dan Laut Mediterania, yaitu daerah sekitar Turki, Siria, Irak, dan Iran. Sejarah Cina menunjukkan bahwa budi daya gandum telah ada sejak 2700 SM (Puspita, 2009).

Pengembangan gandum di Indonesia dimulai semenjak Menteri Pertanian dipegang oleh Prof. Dr. Ir. H. Thoyib Hadiwijaya dengan membentuk Tim Inti Uji Adaptasi Gandum pada tahun 1978 yang berlokasi di Kabanjahe (Sumatera Utara). Benih asal yang digunakan adalah CIMMYT Meksiko dengan produktivitas empat ton/ha dalam bentuk pecah kulit (Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2001 *cit.* Puspita, 2009), kemudian pada tahun 2000 PTISM Bogasari Flour Mills mensponsori kegiatan penelitian gandum di Indonesia melalui Proyek Gandum 2000.

Handoko (2007 *cit.* Jurnal IPB, 2012) menyatakan bahwa gandum merupakan tanaman yang mempunyai daerah penyebaran cukup luas mulai dari daerah tropika sampai daerah lintang tinggi. Tanaman gandum ini dapat tumbuh optimal pada suhu 4-31°C dengan suhu optimum 20°C di daerah subtropis. Gandum dapat tumbuh baik pada suhu dibawah 28°C pada kelembapan relatif 40%, sedangkan pada kelembapan relatif 80% tanaman hanya dapat bertahan pada suhu di bawah 23°C (CCIMMYT, 1984 *cit.* jurnal IPB, 2012)

Beberapa jenis gandum yang ditanam di dunia di antaranya adalah: I. *Triticum aestivum* adalah spesies gandum yang paling banyak ditanam di dunia dan banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan roti karena mempunyai kadar protein yang tinggi. Gandum ini mempunyai ciri-ciri kulit luar berwarna coklat, bijinya keras, dan berdaya serap air tinggi. Setiap bulir terdiri dari dua sampai lima butir gabah. II. *Triticum compactum* termasuk *soft wheat* (gandum lunak) yaitu *soft red wheat* (gandum merah) dan *soft white wheat* (gandum putih) merupakan gandum penghasil tepung yang cocok untuk pembuatan cake, pastel, biskuit atau kue kering dan sebagainya. Gandum ini sebagian besar digolongkan sebagai gandum yang mengandung protein rendah dan menghasilkan tepung dengan daya serap air (*water absorption*) yang rendah, sulit diaduk, dan diragikan. (Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2001 *cit.* Puspita, 2009).

Hasil penelitian membuktikan bahwa tanaman gandum dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di Indonesia serta mempunyai peluang untuk pengembangannya. Namun, perlu diperhatikan pengaruh iklim, terutama curah hujan yang menyebabkan naiknya intensitas penyakit terutama menjelang panen (Azwar *et al.*, 1988). Tanaman gandum sudah lama dikenal di Indonesia, namun karena adaptasi yang terbatas pada dataran tinggi dan saingan dari tanaman lain yang bernilai ekonomi tinggi, maka areal pertanaman gandum yang ada banyak tidak berarti untuk menekan impor terigu (Danakusuma, 1985)

Secara morfologis, tanaman gandum termasuk tanaman rumput-rumputan, yang memiliki dua macam akar, yaitu: akar kecambah dan akar adventif. Batang gandum berdiri tegak, berbentuk silinder dan membentuk tunas anakan dalam suatu rumpun. Ruas-ruasnya pendek dan buku bukunya pada umumnya berongga. Daun terdiri dari tangkai pelepah, helai daun, dan ligula dengan dua pasang daun telinga pada dasar helai daun. Bunga gandum berbentuk malai yang terdiri dari bulir-bulir. Malai tersusun buku dan ruas yang pendek dan menyempit pada pangkal dan ujungnya melebar. Ujung bulir membentuk rambut yang panjang bervariasi. Bentuk bulir gabah dari lonjong sampai agak bundar (Nasir, 1987).

Tanaman gandum mempunyai adaptasi yang luas terhadap kondisi kimia dan fisika tanah yang beragam. Derajat keasaman tanah yang baik untuk pertumbuhan gandum berkisar antara 6.8-7.5. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman gandum agar optimal perlu syarat-syarat tanah yang baik, yaitu: (1) hara yang diperlukan cukup tersedia, (2) tidak toksik, (3) kelembapan tanah mendekati kapasitas lapang, (4) suhu tanah rata-rata berkisar antara 12-28°C, (5) aerasi yang baik, dan (6) tidak ada lapisan padat yang menghambat akar gandum ke dalam tanah (Tobing, 1987).

Waktu pemupukan dapat dilakukan sebelum tanam atau pada saat tanam sebagai pupuk dasar. Pupuk pertama diberikan SP-36 dan KCl serta sebagian pupuk N. Dosis pupuk dapat ditentukan oleh jumlah hara yang tersedia di dalam tanah. Biasanya pupuk organik 10 ton/ha, sedangkan pupuk buatan 300 kg Urea/ha, 200 kg SP36/ha dan 100 kg KCl/ha. Pemberian pupuk Urea dapat diberikan 2 kali. Pemberian I: setengah bagian bersama dengan pupuk P dan K dalam bentuk pupuk majemuk. Pemberian II: setengah bagian pada saat bertunas sekitar 25-30 hari setelah tanam.

Umumnya gandum membutuhkan curah hujan minimum 250 mm, curah hujan selama periode hidupnya diperlukan untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan. Kebutuhan air bervariasi setiap fase perkembangan tergantung kondisi iklim dan tanah (Chang, 1968). Penggunaan air tanaman ini ditentukan oleh waktu tanam, jumlah benih yang disemai, varietas dan kombinasi di antara faktor-faktor tersebut. Kekurangan air pada fase pertumbuhan gandum dapat memengaruhi hasil akhir yang diperoleh. Periode pertumbuhan yang sangat sensitif terhadap kekurangan air terjadi selama fase pembungaan organ reproduksi dan pembungaan (Jackson, 1977).

Menurut Kaufman (1972, cit. Tobing, 1987) pengaruh kekurangan air pada masa reproduktif tanaman dalam tiga tahap, yaitu: tahap pembungaan, tahap perkembangan buah, dan tahap pematangan buah. Pada tahap pembungaan tidak terdapat pengaruh khusus, tetapi dengan berkurangnya air dapat mengurangi produksi bunga. Pada tahap perkembangan buah, kekurangan air dapat dilihat pada ukuran buah yang mengecil. Sedangkan kekurangan air pada tahap pematangan buah akan memengaruhi kemasakan dan kualitas buah yang dihasilkan.

Intensitas radiasi surya memengaruhi semua komponen hasil, yaitu: pertumbuhan, jumlah malai per satuan luas, jumlah bulir isi per malai dan rata-rata bobot bulir. Pembentukan malai yang maksimum selain tergantung pada varietasnya juga akan sangat tergantung pada tingkat intensitas radiasi surya pada masa pertumbuhan. Makin tinggi intensitas radiasi surya maka akan mempertinggi pembentukan malai dan sama pula terjadi pada laju fotosintesis (Tobing, 1987).

Bab III

Metode Penelitian

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2012 hingga Februari 2013 di Jorong Batu Bagirik Nagari Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok Sumatra Barat berada pada $01^{\circ} 05' 38,38''$ LS dan $100^{\circ} 47' 30,38''$ BT dengan ketinggian 1.600 m d.p.l dilanjutkan dengan analisis tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

B. Metode Penelitian

1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan di lapangan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Sebagai perlakuannya adalah perbedaan dosis pupuk SP-36 dan masing-masing perlakuan tersebut dilakukan 3 ulangan. Adapun perlakuannya terdiri dari empat takaran pupuk P.

- a. 200 kg SP-36 (1,00 rekomendasi)
- b. 250 kg SP-36 (1,25 rekomendasi)
- c. 300 kg SP-36 (1,50 rekomendasi)
- d. 350 kg SP-36 (1,75 rekomendasi)

Dengan demikian jumlah satuan percobaan terdiri dari 12 petakan.

2. Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan selama penelitian ini adalah cangkul, plastik, karet gelang, dan label sampel. Sedangkan bahan yang digunakan adalah benih SO-9 dan sampel tanah vulkanis.

3. Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan dan Pengolahan Tanah

Tanah yang dipersiapkan sebagai media tumbuh bagi tanaman gandum di lahan adalah tanah vulkanis. Tanah dibersihkan dari gulma dan diolah sampai gembur. Kemudian dibuat petak dengan ukuran 1,2x5 m sebanyak 12 petakan. Antara plot dibuat parit dengan jarak 50 cm. Saluran ini berguna untuk drainase, memudahkan penyiangan dan pengamatan.

b. Penanaman dan Pemupukkan

Benih gandum ditanam dua biji atau lubang dengan jarak tanam 25x20 cm, Sehingga dalam satu plot terdapat 5 baris. Pemberian pupuk buatan pertama dilakukan pada 7–10 hari setelah tanam dan pemupukkan kedua dilakukan pada saat 30 hari setelah tanam. Pemupukkan dilakukan dengan cara menebarkan pupuk secara merata dalam tiap baris.

Adapun takaran pupuk pupuk dasar (N dan K) serta pupuk P sebagai perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Takaran Pupuk Dasar (N dan K) serta Pupuk P Sebagai Perlakuan

Bahan	Kg / Ha	g / plot	g / baris
Pupuk dasar			
1. Urea	150	90	18
2. KCl	100	60	12
Perlakuan			
a. Sp-36 (T1)	200	120	24
b. Sp-36 (T2)	250	150	30
c. Sp-36 (T3)	300	180	36
d. Sp-36 (T4)	350	210	42

c. Pemeliharaan dan Panen

Pemeliharaan meliputi penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiangan dilakukan 2 minggu setelah tanam dan diulangi setiap minggunya. Penyemprotan pestisida dilakukan 2 kali selama penelitian ketika tanaman menunjukkan gejala-gejala serangan dari hama.

Panen gandum dilakukan setelah berumur 89 hari ketika 70%-80% tanaman gandum sudah menunjukkan kriteria panen, yaitu malai gandum sudah berisi penuh biji, biji keras, kadar air biji sekitar 25%, sudah bewarna kuning keemasan.

C. Pengamatan

Pengamatan meliputi pengamatan di lapangan dan analisis tanah dan tanaman di laboratorium. Adapun pengamatan dan analisis yang dilakukan adalah:

1. Analisis Tanah

Analisis kimia tanah dilakukan sebanyak dua kali, yakni sebelum diberi perlakuan dan setelah tanaman dipanen. Analisis tanah awal di laboratorium meliputi pengukuran pH tanah (pH H₂O dan KCl) dengan metode elektrometrik, pengukuran C-organik dengan metode Walkley dan Black, P tersedia dengan metode Bray II, N total dengan metode Kjeldahl, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dengan metode Leaching, K-dd, Ca-dd, Na-dd dan Al-dd dengan metode ekstraksi 1 N ammonium asetat pH 7 serta diukur dengan Atomic Absorption Spectrometer (AAS). Analisis tanah setelah tanaman di panen meliputi pengukuran pH tanah (pH H₂O dan KCl), C-organik, P-tersedia, N total, KTK, K-dd, Ca-dd, Na-dd, dan Al-dd dengan metode yang sama pada analisis tanah awal disajikan pada Lampiran 1. Hasil analisis kimia tanah diolah secara statistik dan dibandingkan dengan kriteria sifat kimia tanah yang disajikan pada Lampiran 2.

2. Pengamatan Tanaman

a. Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran dilakukan dari atas permukaan tanah sampai ujung daun. Untuk memudahkan pengukuran, digunakan ajir. Pengukuran dimulai saat tanaman berumur 3 minggu dengan interval

waktu 1 kali seminggu sampai masa vegetatif maksimum. Jumlah tanaman yang dijadikan sampel untuk pengamatan pertumbuhan vegetatif adalah sebanyak 10% dari populasi per plot (12 batang).

b. Panen per Ubinan

Panen dilakukan dengan mengambil tanaman tengah pada luas ubinan 2x0,75 m yang berada di tengah plot berukuran 5x1,2 m.

Berat basah jerami+malai didapat dengan cara menimbang jerami dan malai untuk tanaman yang dipanen. Jerami dijemur di bawah sinar matahari sampai menering lalu ditimbang kembali maka didapatkan berat kering jerami+malai. Biji dirontokan dan dipisahkan dari sekam maka didapatkan berat kering biji. Jerami+malai+sekam ditimbang untuk mendapatkan berat kering jerami+malai+sekam.

c. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel untuk analisis hara meliputi jerami+malai+sekam. Jerami+malai+sekam yang telah dikeringkan diambil dari masing-masing ubinan sebanyak 500 g. Masukkan dalam kertas amplop yang berlubang dan oven selama 2x24 jam pada suhu 65°C atau sampai bobot tetap. Kemudian ditimbang dan dihaluskan (digrinder) untuk dianalisis.

d. Penentuan Kadar Air Sampel

Persen kadar air sampel diperlukan untuk perhitungan serapan P tanaman. Penentuan kadar air didapat dengan rumus:

$$A = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Basah}} \times 100 \%$$

e. Kadar dan Serapan P Tanaman

Tanaman yang telah di haluskan selanjutnya dilakukan destruksi di ruang asam. Hasil ekstrak diencerkan untuk analisis dan di ukur menggunakan Spektofotometer. Serapan P= %P tanaman x berat kering

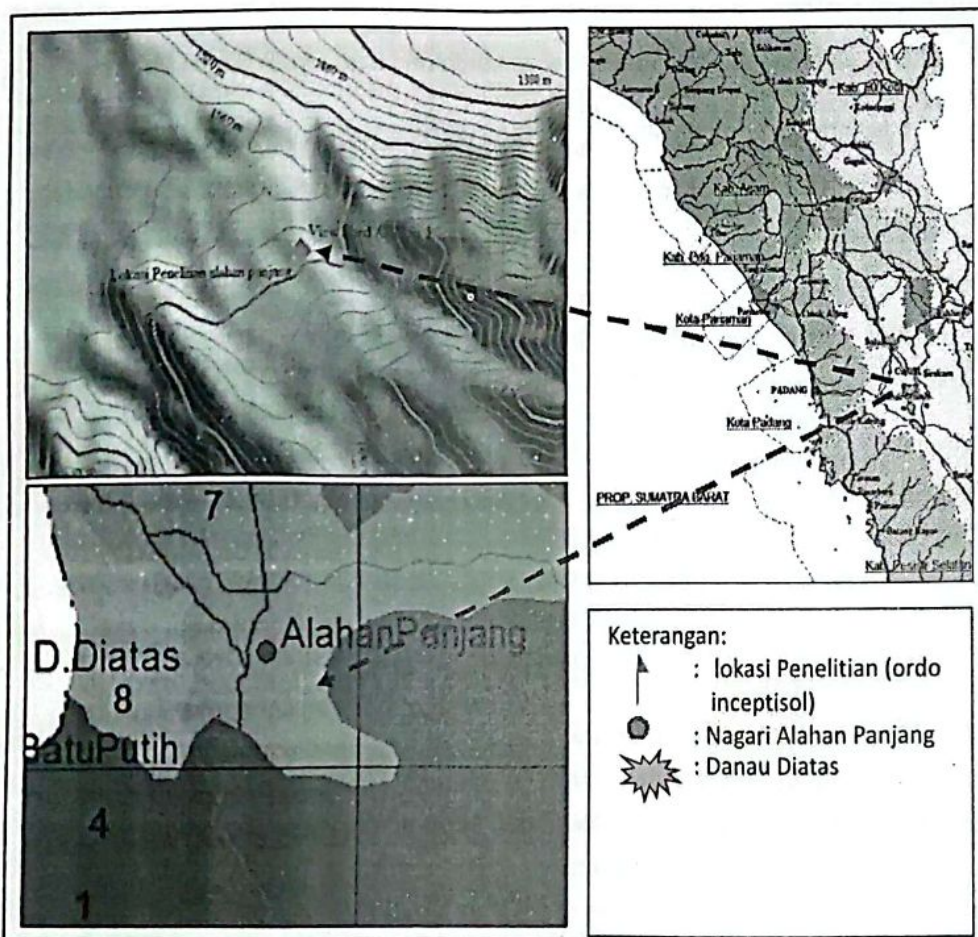
Prosedur analisis P-tanaman dapat dilihat pada Lampiran 3.

Bab IV

Hasil dan Pembahasan

A. Kondisi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Jorong Batu Bagirik, Nagari Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok Sumatra Barat berada pada $01^{\circ} 05' 38.3''$ LS dan $100^{\circ} 47' 30.3''$ BT. Berikut gambar elevasi menurut belahan kontur dan lokasi penelitian dengan ordo Inceptisol :



Gambar 1. Titik lokasi penelitian berdasarkan elevasi dan ordo tanah (Global Mapper dan MapInfo)

Gambar 1 menunjukkan lokasi penelitian berada pada ketinggian 1.600 m d.p.l belahan kontur 20 m. Gambar 1 berdasarkan Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Padang (2000), titik lokasi penelitian termasuk tanah vulkanis dengan ordo tanah Inceptisol. Inceptisol tergolong tanah muda yang baru berkembang. Menurut Tan (2008), Inceptisol di Indonesia biasanya terdapat di dataran tinggi (*upland*) atau di wilayah pegunungan, di daerah dengan ketinggian 1.000 m d.p.l. dengan iklim gunung type C_f (sistem Koppen). Inceptisol dicirikan adanya lapisan top soil berwarna hitam, dan di bawah top soil terdapat horizon berwarna coklat, serta memiliki struktur remah. Tektur tanah lempung berdebu hingga liat berdebu, dengan pH berkisar 4,5-7,2.

Berdasarkan informasi masyarakat setempat, pada April 2005 debu vulkanis menutupi lahan pertanian akibat letusan gunung Talang. Menurut Sudaryo dan Sujipto (2009, *cit. repository.usu.ac.id*), abu maupun pasir vulkanis terdiri dari batuan berukuran besar sampai berukuran halus, yang berukuran besar biasanya jatuh di sekitar sampai radius 5–7 km dari kawah, sedangkan yang berukuran halus bisa jatuh pada jarak ratusan hingga ribuan kilometer.

Lahan yang digunakan untuk penelitian adalah lahan pertanian masyarakat setempat. Dahulunya lahan ini digunakan untuk budi daya hortikultura. Untuk mengembalikan kesuburan tanah, pembeeraan dilakukan selama beberapa bulan.

B. Analisis Tanah Awal

Hasil analisis tanah awal sebelum diberi perlakuan di Jorong Batu Bagirik Nagari Alahan Panjang Kecamatan Lembah Gumanti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Hasil Analisis Beberapa Ciri Kimia Tanah Awal

Jenis Analisis	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O (1:1)	5,93	Agak Masam
Al-dd (me/100 g)	1,32	-
N-total (%)	0,46	Sedang
C-organik (%)	4,29	Tinggi
P-tersedia (ppm)	33,86	Sedang
K-dd (me/100 g)	0,85	Tinggi
Mg-dd (me/100 g)	0,84	Rendah
Na-dd (me/100 g)	0,80	Tinggi
Ca-dd (me/100 g)	0,93	sangat rendah
KTK (me/100 g)	36,18	Tinggi

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar C-organik tanah tergolong tinggi (4.29%). Hal ini disebabkan kandungan bahan organik di pengaruhi oleh jenis tanah, iklim dan penggunaan lahan (Grasswell dan Lefroy, 2001). Dari segi penggunaan lahan, sebelumnya lahan ditanami dengan berbagai tanaman hortikultura. Tanaman hortikultura adalah tanaman yang memiliki siklus hidup pendek dan mudah melapuk. Faktor tersebut menyebabkan bahan organik yang disumbangkan ke dalam tanah dapat dengan cepat terdekomposisi oleh mikroorganisme tanah. Alasan tersebut sesuai dari pengamatan di lapangan yang menunjukkan lapisan permukaan atas tanah (*topsoil*) berwarna gelap.

Pada Tabel 2 juga dapat dilihat ciri kesuburan kimia tanah lainnya. Kesuburan kimia tanah cenderung berkaitan terhadap kemampuan suatu tanah dalam menyimpan, menyuplai dan menyediakan hara yang cukup untuk pertumbuhan tanaman. Pada Tabel 2, dipaparkan bahwa nilai pH tanah 5,93 dan tergolong agak masam. Nilai kation basa yang memiliki nilai tinggi, yaitu: K-dd (0,85 me/100g) dan Na-dd (0,80 me/100g). Walaupun demikian, terdapat juga beberapa faktor pembatas, antara lain: kation basa yang rendah, terutama Mg-dd rendah (0,84me/100g), Ca-dd sangat rendah (0,93me/100g) dan adanya Al-dd dalam tanah sebesar 1,32 me/100g. Jika kondisi ini tidak diperbaiki maka akan menyebabkan ketersediaan unsur hara berkurang sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat.

Tabel 2 menunjukkan pH tanah tergolong agak masam dengan nilai pH H₂O 5.93. Nilai pH memengaruhi ketersediaan P dalam tanah. Semakin rendah pH tanah maka akan semakin rendah nilai P-tersedia dalam tanah, karena pada kondisi masam fosfat bereaksi dengan ion-ion besi dan aluminium, perlahan akan membentuk Al-P dan Fe-P (Tan, 2010). Nilai P-tersedia 33,86 tergolong kriteria sedang. Fiantis (2000) melaporkan ketersediaan P pada tanah abu vulkanis mengandung alofan tinggi (>15%) dan memiliki kemampuan menyerap P, sehingga P kurang tersedia bagi tanaman.

Kadar nitrogen tanah tergolong sedang, sebesar 0,46%. Kadar N total di dalam tanah berkorelasi dengan kandungan bahan organik tanah. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang tinggi dalam merombak bahan organik, sehingga unsur hara dapat tersedia di dalam tanah. Pada proses dekomposisi bahan organik tersebut, mikroorganisme akan memanfaatkan kandungan unsur hara yang terkandung pada bahan organik, berupa N, P, K, Ca, Mg, dan Fe. Pada keadaan tersebut semua unsur mengalami immobilisasi, terutama N. Unsur yang ketersediaannya terbatas di dalam tanah seperti N akan difiksasi oleh mikroorganisme dari udara, namun mikroba akan mati setelah mengalami puncak perkembangannya dalam siklus hidupnya, sehingga hara yang termobilisasi tadi kembali tersedia di dalam tanah.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kapasitas tukar kation (KTK) tanah termasuk kriteria tinggi (36,18 me/100g). Hal ini dikarenakan oleh 2 faktor utama, yaitu: jenis mineral liat dan bahan organik tanah. Tan (2010) menerangkan bahwa nilai KTK tanah dipengaruhi oleh jenis mineral liat. Mineral amorf (*liat parakristalin*), seperti alofan, yang bercampur kaolinit dan sedikit smektit. Jenis mineral yang terdapat pada inceptisol tersebut memiliki KTK yang tinggi dibandingkan dengan jenis mineral pada tanah tua, seperti Ultisol dan Oxisol. Selain mineral liat nilai KTK tanah juga dipengaruhi oleh bahan organik tanah. Tabel 2 menunjukkan kadar bahan organik tanah yang tergolong tinggi (8,58%) merupakan salah satu faktor yang memengaruhi tingginya KTK.

Berdasarkan sifat dan ciri tanah tersebut maka dapat dikatakan bahwa tanah tersebut tergolong tanah dengan reaksi agak masam, dengan kandungan hara terutama P sangat rendah. Oleh karena itu, penambahan pupuk P sangat diperlukan.

C. Analisis Tanah Setelah Panen

Analisis tanah setelah panen bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan dosis pupuk SP-36 terhadap beberapa sifat kimia tanah. Berikut disampaikan pengaruh penambahan dosis pupuk SP-36 terhadap beberapa sifat kimia tanah.

1. Kemasaman Tanah

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap kemasaman tanah ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

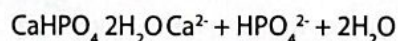
Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 terhadap pH Tanah Setelah Panen

Perlakuan	pH H ₂ O	Kriteria
A (200 kg SP-36/ha) (1.00 rekomendasi)	6,00 a	Agak masam
B (250 kg SP-36/ha) (1.25 rekomendasi)	6,01 a	Agak masam
C (300 kg SP-36/ha) (1.50 rekomendasi)	6,02 a	Agak masam
D (350 kg SP-36/ha) (1.75 rekomendasi)	6,07 a	Agak masam
KK = 4,24%		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Pada tabel 3 terlihat bahwa tidak adanya pengaruh yang nyata antara pemberian berbagai dosis pupuk SP-36 terhadap pH tanah setelah panen. Namun, Tabel 3 terlihat bahwa pH (H₂O) tanah setelah panen secara angka-angka cenderung meningkat dari sebelum diberi perlakuan dengan nilai pH 5,93 pada saat tanam (tabel 2). Di mana pada perlakuan A (1,00 rekomendasi) nilai pH meningkat menjadi 6,00, kemudian kembali meningkat pada perlakuan B (1,25 rekomendasi) dengan nilai pH menjadi 6,01, dan pada perlakuan D (1,75 rekomendasi) dengan nilai pH 6.07 tetapi semuanya masih termasuk kriteria agak masam.

Meningkatnya nilai pH dengan pemberian fosfat diduga erat hubungannya dengan dengan reaksi pupuk P dalam tanah. Sanchez dan Uehara (1986), mengemukakan bahwa jika butiran pupuk SP-36 ditambah dalam tanah maka air akan melarutkan butiran tersebut menjadi CaHPO₄·2H₂O dan H₃PO₄. Kemudian ditambahkan oleh Sampel, Soper, dan Racz (1986) bahwa CaHPO₄ akan terurai seperti reaksi berikut:



Kation Ca²⁺ dapat menggantikan Al yang terjerap pada kompleks koloid tanah seperti yang dikemukakan oleh Hakim *et al.* (1986) di mana untuk melepas Al dari kompleks jerapan diperlukan ion OH setelah ion Al bersenyawa dengan OH membentuk gipsit Al(OH)₃ barulah misel ditempati oleh Ca. Dengan terjadinya pertukaran kation pada permukaan liat maka Al menjadi sumber kemasaman tanah berkurang akibatnya pH tanah menjadi naik (Hakim *et al.*, 1986).

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap Kapasitas Tukar Kation ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4.

Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 terhadap KTK Tanah Setelah Panen

Perlakuan	KTK (me/100 g)	Kriteria
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	42,72 a	Sangat tinggi
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	44,55 a	Sangat tinggi
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	44,65 a	Sangat tinggi
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	46,04 a	Sangat tinggi
KK = 11,81%		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pemberian berbagai dosis pupuk SP-36 belum memberikan perbedaan yang nyata. Namun secara angka-angka terdapat peningkatan terhadap nilai KTK tanah dibandingkan dengan tanah sebelum diberi perlakuan. Pada perlakuan D (1,75 rekomendasi) mempunyai nilai KTK tertinggi (46,04 me/100g) dibandingkan dengan perlakuan A (1,00 rekomendasi), perlakuan B (1,25 rekomendasi), dan perlakuan C (1.50 rekomendasi).

Nilai KTK tanah dapat dihubungkan dengan kemasaman tanah di mana telah tersaji pada tabel 3 bahwa pH tanah cenderung mengalami peningkatan namun masih berada pada kriteria agak masam. Sedangkan nilai KTK tanah terjadi oleh adanya peningkatan pH. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim *et al.* (1986) bahwa KTK tanah terjadi akibat adanya peningkatan pH tanah di mana hidrogen yang diikat dengan koloid organik dan liat berionisasi dan dapat digantikan. Demikian pula ion Al yang terjerap akan dilepaskan dan membentuk Al(OH)₃ dengan demikian terciptalah tapak-tapak pertukaran baru pada koloid liat.

2. Kandungan Al Dapat Dipertukarkan (Al-dd)

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap kandungan Al-dd tanah ditampilkan pada Tabel 5.

3. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Tabel 5.

Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Al-dd Setelah Panen

Perlakuan	Al-dd (me/100 g)
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	2,09 a
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	1,93 a
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	1,92 a
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	1,50 a

KK = 18.96%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Dari Tabel 5 terlihat pemberian berbagai dosis pupuk P belum memperlihatkan perbedaan yang nyata. Namun, secara angka-angka nilai Al-dd setelah panen cenderung menurun. Terlihat dari perlakuan A (1,00 rekomendasi) nilai Al-dd 2,09 me/100g, kemudian menurun pada perlakuan B (1,25 rekomendasi) nilai Al-dd menjadi 1,93 me/100g, dan kembali mengalami penurunan pada perlakuan D (1,75 rekomendasi) dengan nilai Al-dd 1,50 me/100g.

Penurunan Al-dd seperti yang terlihat pada Tabel 5 seiring dengan peningkatan dosis pupuk SP-36. Hal ini disebabkan pupuk SP-36 yang diberikan ke tanah akan larut oleh air dan menjadi bentuk $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan H_3PO_4 . Kemudian bentuk $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ini akan terurai membentuk Ca^{2+} , HPO_4 dan $2\text{H}_2\text{O}$. Kation Ca^{2+} ini akan mengalami substitusi isomorfik dengan Al yang terdapat pada kompleks koloid tanah sehingga kelarutan Al menjadi berkurang. Hakim *et al* (1986), melaporkan bahwa reaksi fosfat dengan Al membentuk Al-P yang sukar larut seperti Variscite ($\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Demikian yang terlihat pada Tabel 5 pada perlakuan A (1,00 rekomendasi) memiliki nilai Al-dd paling tinggi, yaitu 2,09 me/100g yang mengakibatkan ketersediaan P rendah. Hal ini terjadi karena dayaambat fosfor yang dikemukakan oleh Sanchez (1992) bahwa semakin tinggi kandungan Al-dd akan semakin besar dayaambat fosfornya.

Selanjutnya Tan (1992) menyatakan bahwa meningkatnya kandungan Al dan Fe akan terjadi peningkatan fiksasi fosfor. Unsur tersebut menyebabkan pengendapan fosfor hingga tidak tersedia bagi tanaman. Ditambahkan oleh Jayadinata (1992) bahwa semakin tinggi konsentrasi Al dan Fe maka semakin tinggi pula kapasitas fiksasi fosfor pada tanah tersebut. Dengan demikian pemberian pupuk yang mengandung fosfor pada tanah tersebut memiliki efisiensi rendah jika dibandingkan dengan tanah yang memiliki kandungan Al dan Fe rendah. Dalam hal ini kandungan Al paling rendah didapatkan pada perlakuan D (1,75 rekomendasi) dengan nilai 1,50 me/100g.

Kandungan Al-dd yang rendah pada perlakuan D (1,75 rekomendasi) dapat dihubungkan dengan pH (pada Tabel 3) dan KTK (pada Tabel 4) di mana perlakuan D memiliki pH paling tinggi dibandingkan perlakuan A, perlakuan B, dan perlakuan C. Begitu pula dengan nilai KTK yang tergolong sangat tinggi. Kedua faktor tersebut memengaruhi kandungan Al-dd tanah. Nilai pH yang tinggi

dapat menurunkan aktivitas ion Al dalam tanah dan pada KTK tanah yang tinggi ion hidroksil Al yang terjerap akan dilepaskan sehingga kandungan Al-dd turun. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim *et al* (1986) bahwa nilai KTK tanah terjadi akibat peningkatan pH, di mana hidrogen yang diikat oleh koloid organik dan liat berionisasi, demikian pula dengan ion hidroksi Al yang terjerap akan dilepaskan dan membentuk $Al(OH)_3$.

4. Kandungan P-tersedia

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap kandungan P-tersedia ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6.

Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 Terhadap P-tersedia Setelah Panen

Perlakuan	P-tersedia (ppm)	Kriteria
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	31,09 a	Sedang
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	33,65 a	Sedang
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	37,92 b	Sedang
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	41,11 b	Tinggi
KK = 3,76%		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa pemberian berbagai dosis pupuk SP-36 memberikan pengaruh yang nyata pada peningkatan nilai P-tersedia. Terlihat dari perlakuan A (1,00 rekomendasi) kadar P 31,09 ppm, lalu meningkat pada perlakuan B (1,25 rekomendasi) kadar P menjadi 33,65 ppm, kemudian meningkat kembali secara signifikan pada perlakuan C (1,50 rekomendasi) dengan kadar P 37,92 ppm, dan D (1,75 rekomendasi) dengan kadar P 41,11 dan termasuk kriteria tinggi. Tingginya nilai P tersedia disebabkan juga dengan adanya pupuk P yang masih tersisa dari musim tanam sebelumnya.

Peningkatan P-tersedia seperti yang dilihat pada Tabel 6 disebabkan P terfiksasi dibebaskan oleh Al seiring meningkatnya pH tanah dan menurunnya Al-dd tanah. Peningkatan P-tersedia juga disebabkan oleh pemupukan P karena adanya penambahan P dari pupuk SP-36 seperti yang dinyatakan oleh Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura (1994) bahwa pupuk SP-36 memiliki kandungan P_2O_5 yang cukup tinggi yaitu 36%. Sesuai dengan pendapat Thomson dan Troeh (1978) bahwa pemberian pupuk P dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah bagi tanaman. Hal ini disebabkan penambahan pupuk P tersebut memberikan luas permukaan yang lebih besar untuk berkontak dengan larutan tanah sehingga tanaman mendapat P lebih banyak. Menurut Hakim (1986) bahwa perbaikan pH dari penekanan terhadap keaktifan Al serta Fe dapat meningkatkan ketersediaan P, di mana pada pH rendah ion P akan mudah bersenyawa dengan Al, Fe atau Mn membentuk senyawa tidak larut.

5. Kandungan Nitrogen Tanah

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap kandungan nitrogen tanah ditampilkan pada Tabel 7. Terlihat pada Tabel 7 kandungan N yang relatif sama pada semua perlakuan disebabkan oleh pemberian pupuk nitrogen (Urea) yang sama yaitu 200 kg/ha.

Tabel 7.**Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 Terhadap N-total Setelah Panen**

Perlakuan	N-total (%)	Kriteria
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	0,44 a	Sedang
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	0,43 a	Sedang
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	0,45 a	Sedang
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	0,44 a	Sedang
KK = 14.41%		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Kandungan N-total pada semua perlakuan menunjukkan kriteria yang sama yaitu sedang. Bertahannya kandungan N tanah erat kaitannya dengan lapukan bahan organik sisa panen yang ditimbun pada musim panen sebelumnya. Bahan organik mampu mempertahankan dan menyuplai hara N secara bertahap sehingga ketersediaan N dalam tanah dapat bertahan lama. Sebaliknya pemberian pupuk buatan (pupuk nitrogen) akan cepat hilang dalam tanah. Pupuk buatan, khususnya pupuk nitrogen mudah mengalami volatilisasi karena sudah berbentuk senyawa yang tersedia bagi tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Yulnafatmawita 2006 (*cit. Naspendra, 2012*) bahwa nitrogen dalam bentuk NO_3^- ; NH_4^+ akan mudah tercuci kelapisan bawah tanah, dan sebagian lagi mengalami denitrifikasi menjadi N_2 dan hilang ke udara.

6. Kandungan C-organik Tanah

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap kandungan C-organik tanah ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8.**Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 Terhadap C-organik Setelah Panen.**

Perlakuan	C-organik (%)	Kriteria
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	4,20 a	Tinggi
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	4,21 a	Tinggi
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	4,23 a	Tinggi
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	4,23 a	Tinggi
KK = 5.63%		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa pemberian berbagai dosis pupuk SP-36 tidak memberikan pengaruh yang nyata pada nilai C-organik. Hal ini dikarenakan tidak adanya penambahan bahan organik secara khusus ke dalam tanah selama masa tanam. Namun secara angka-angka Tabel 8 memperlihatkan sedikit peningkatan kandungan C-organik pada perlakuan C (1,50 rekomendasi) dan perlakuan D (1,75 rekomendasi). Semua nilai C-organik tanah masih berada dalam kriteria tinggi. Kondisi lembap pada tanah ketika musim penghujan ini diduga memengaruhi laju dekomposisi bahan organik dalam tanah. Dalam kondisi lembap mikroba akan bekerja maksimal dalam perombakan bahan organik. Pernyataan ini didukung oleh Hanifah (2012) bahwa kelembapan memengaruhi dominasi

jenis mikrobia yang aktif dalam proses dekomposisi bahan organik. Secara umum dominasi bakteri berbanding terbalik dengan dominasi fungi. Pada kelembapan tinggi perkembangan aktivitas bakteri maksimum, menurun pada kondisi kering (tekanan -3bar) dan sangat tertekan pada kadar air titik layu permanen (tekanan -15bar).

7. Kandungan K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd Tanah

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap kandungan K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd tanah ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9.

Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 terhadap Kandungan K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd Tanah setelah Panen.

Perlakuan	K-dd	Mg-dd	Na-dd	Ca-dd
A (1,00 rekomendasi)	0,26 a (r)	0,58 a (r)	0,65 a (s)	0,53 a (sr)
B (1,25 rekomendasi)	0,29 a (r)	0,72 a (r)	0,69 a (s)	0,56 a (r)
C (1,50 rekomendasi)	0,29 a (r)	0,75 a (r)	0,74 a (s)	0,56 a (r)
D (1,75 rekomendasi)	0,29 a (r)	0,73 a (r)	0,74 a (s)	0,57 a (r)
	KK =10,71%	KK =11,79%	KK =12,42%	KK =5,34%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNU pada taraf 5%

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa pemberian dosis pupuk SP-36 belum dapat meningkatkan kandungan basa-basa dalam tanah secara signifikan. Dari Tabel 9 juga dapat dilihat bahwa kation yang dapat dipertukarkan menunjukkan hasil yang cukup beragam, yaitu: K-dd tanah tergolong dalam kriteria rendah dengan nilai tertinggi 0,29 me.100g⁻¹ pada perlakuan C (1,50 rekomendasi) dan perlakuan D (1,75 rekomendasi); sedangkan Ca-dd termasuk dalam kriteria rendah dengan nilai tertinggi pada perlakuan D (1,75 rekomendasi), yaitu 0,57 me.100g⁻¹; Mg-dd termasuk dalam kriteria sangat rendah dengan nilai tertinggi 0,75 me.100g⁻¹ pada perlakuan C (1,50 rekomendasi) dan Na-dd dalam kriteria sedang dengan nilai tertinggi pada perlakuan C (1,50 rekomendasi) dan perlakuan D (1,75 rekomendasi) dengan nilai 0,74 me.100g⁻¹ dan nilai terendah pada perlakuan A (1,00 rekomendasi) 0,65 me.100g⁻¹.

Kandungan K-dd dalam tanah setelah panen berada dalam kriteria rendah. Pada Tabel 2 dapat dilihat kandungan K-dd tanah awal mencapai 0,85 me.100g⁻¹ dan termasuk kriteria tinggi. Kandungan K-dd mengalami penurunan untuk semua perlakuan dosis SP-36 pada tanah setelah panen. Hal ini menyatakan bahwa K dalam tanah diserap oleh tanaman. Dalam Nasihwordpress.com (2010) disebutkan bahwa jika K⁺ terlarut sangat tinggi, tanaman akan menyerap lebih banyak K dibanding yang diperlukan, ini menyebabkan kelebihan (banyak sekali) K yang terangkut oleh panen.

Kandungan Ca-dd setelah panen berada dalam kriteria sangat rendah. Menurunnya Ca-dd dari tanah awal 0,93 me.100g⁻¹ menjadi 0,57 me.100g⁻¹ setelah panen disebabkan oleh serapan hara untuk menunjang kehidupan tanaman. Melihat begitu banyak fungsi dari Ca, yaitu pembelahan sel, pengaturan permeabilitas sel serta pengaturan tata air dalam sel bersama unsur K, perkecambahan biji, perkecambahan benang sari, perkecambahan bintil akar rhizobium (Rosmarkam, 2002), maka penurunan kandungan Ca dalam tanah sangat mungkin terjadi. Dalam keadaan sangat rendah, kandungan Ca-dd dalam tanah masih menunjukkan peningkatan dan berbanding lurus dengan pemberian dosis pupuk SP-36. Keadaan tersebut terjadi karena adanya penambahan unsur Ca dari

pupuk SP-36 yang memiliki rumus kimia $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

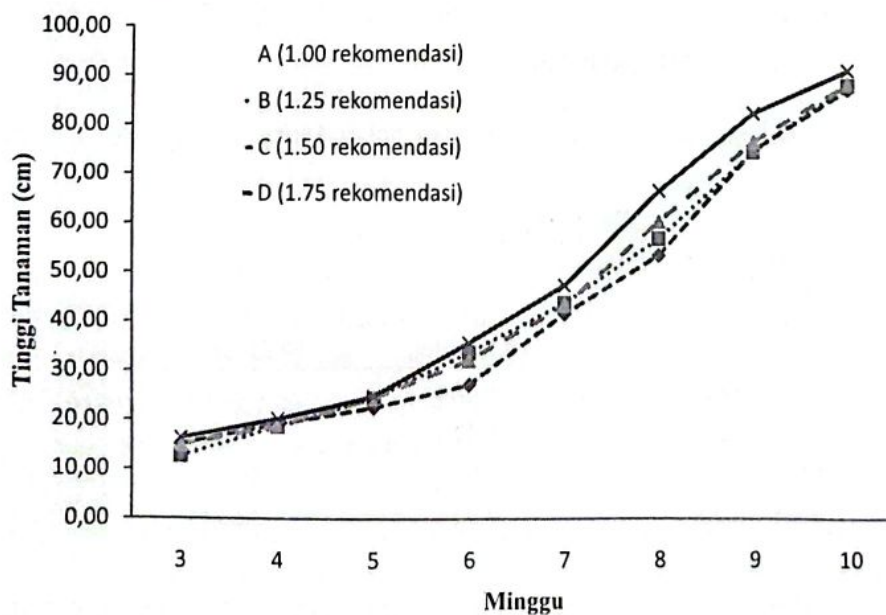
Tabel 9 memperlihatkan kandungan Mg-dd dalam tanah setelah panen masih dalam kriteria rendah. Hal ini disebabkan tidak adanya penambahan sumber utama dari Mg tersebut, seperti kompos dan kapur. Kandungan Mg setelah panen hanya disuplai oleh pemberian bahan organik sisa panen pada musim tanam sebelumnya. Rendahnya kandungan Mg tersebut dikarenakan adanya kegiatan pemanenan yang menyebabkan hara Mg pada tanah menjadi terangkut keluar. Keadaan tersebut diduga karena Mg dalam tanah tersebut lambat tersedia. Magnesium (Mg) yang terdapat di dalam tanah berada dalam bentuk: segera tersedia, lambat tersedia, dan tidak tersedia bagi tanaman (Tisdale dan Nelson, 1975)

Kandungan Na-dd pada tanah setelah panen menunjukkan keadaan di mana Na hanya sedikit dibutuhkan oleh tanaman (terbawa panen). Sedikitnya penggunaan Na terlihat dari selisih yang kecil antara kandungan Na-dd pada tanah awal $0,80 \text{ me.}100\text{g}^{-1}$ dan setelah panen dengan nilai terendah $0,65 \text{ me.}100\text{g}^{-1}$ pada perlakuan A (1,00 rekomendasi). Menurut Rosmarkam (2002) dalam penggunaan Na tanaman dibagi menjadi dua, yaitu Nitrofilik dan Nitrofobik. Nitrofilik adalah tanaman yang dapat menyerap Na dalam jumlah besar, sedangkan Nitrofobik menyerap Na dalam jumlah sedikit. Dalam hal ini gandum termasuk tanaman Nitrofobik yang hanya sedikit menyerap Na dan termasuk tanaman C_3 . Menurut Marschner (1986, cit. Rosmarkam, 2002) Na untuk banyak tanaman C_4 sangat berperan tapi tidak berperan untuk tanaman C_3 .

D. Serapan Hara dan Hasil produksi Tanaman

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan selama 8 minggu di lapangan memiliki grafik pertumbuhan yang cukup beragam disetiap minggunya. Pengamatan dimulai minggu ketiga karena perbedaan tinggi tanaman baru terlihat pada waktu tersebut. Dari grafik pertumbuhan tinggi tanaman gandum (Gambar 3), dapat kita lihat bahwa secara keseluruhan terjadi pertambahan tinggi tanaman gandum setiap minggunya untuk semua perlakuan. Berikut grafik pertumbuhan tinggi tanaman:



Gambar 2. Pertumbuhan tinggi tanaman gandum selama 10 minggu pengamatan

Pada Gambar 2 terlihat bahwa pada minggu ke-3 sampai minggu ke-5 belum terdapat perbedaan yang signifikan dari masing-masing perlakuan yang diberikan. Tanaman masih dapat tumbuh dengan memanfaatkan pupuk dengan porsi yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan pupuk yang diberikan pada 10 HST masih sangat tersedia untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Namun memasuki minggu ke-7 pada pemberian dosis pupuk SP-36 mulai menunjukkan perbedaan, untuk perlakuan 1,75 rekomendasi menunjukkan pertumbuhan paling tinggi sampai minggu ke-10. Hal ini dikarenakan pemberian pupuk pada perlakuan tersebut mencukupi kebutuhan tanaman untuk sampai pada masa generatif.

Pada Tabel 10 terlihat bahwa bahwa pemberian berbagai dosis pupuk SP-36 belum memperlihatkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman. Rata-rata tinggi tanaman pada minggu ke-10 setelah tanam ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10.

Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Tinggi Tanaman Gandum Pada Minggu ke-10

Perlakuan	Tinggi Tanaman
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	86,75 a
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	87,56 a
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	87,81 a
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	90,61 a

KK = 4,09%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa dengan semakin tingginya dosis pupuk SP-36 yang diberikan maka pertumbuhan tinggi tanaman secara angka-angka cenderung semakin baik. Hal ini dijelaskan oleh Soepardi (1983) bahwa unsur P merupakan kunci kehidupan yang sangat berperan dalam reproduksi tanaman untuk pembelahan sel, membentuk perkembangan akar, dan dapat meningkatkan kualitas tanaman. Ditambahkan oleh nyakpa *et al* (1988) bahwa P sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

2. Bobot Kering Tanaman (jerami+malai) atau Plot

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap bobot kering tanaman atau plot ditampilkan pada Tabel 11.

Tabel 11.

Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Bobot Kering Tanaman Gandum dalam ton/ha

Perlakuan	BK (kg/plot)	BK (ton/ha)
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	5,87 a	9,78 a
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	6,40 a	10,67 a
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	6,53 a	10,89 a
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	7,20 a	12,00 a

KK = 12,77%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Pada Tabel 11 terlihat bahwa tidak ada pengaruh yang untuk bobot kering tanaman terhadap penambahan dosis SP-36 pada tanaman gandum. Namun, secara angka-angka setiap peningkatan dosis pupuk SP-36 cenderung meningkatkan bobot kering tanaman (jerami+malai). Menurut syarief (1986) pengaruh P terhadap produksi tanaman, dapat meningkatkan produksi tanaman ataupun bobot kering, perbaikan kualitas hasil dan mempercepat masa pematangan. Ditambahkan oleh Soegiman (1982) dengan tersedianya P yang cukup tinggi bagi tanaman akan dapat meningkatkan berat kering tanaman, tinggi tanaman, dan produksi tanaman, di samping itu P juga dapat merangsang perakaran sehingga berat kering tanaman meningkat.

3. Berat Biji KA 14% atau Plot

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap berat biji KA 14 % / plot ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 12.
Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Berat Biji KA 14% Tanaman Gandum dalam ton/ha

Perlakuan	Berat biji KA14%(g/plot)	Berat biji KA14%(ton/ha)
A (200 kg SP-36/ha) (1,00 rekomendasi)	929,71 a	1,55 a
B (250 kg SP-36/ha) (1,25 rekomendasi)	1055,13 b	1,76 b
C (300 kg SP-36/ha) (1,50 rekomendasi)	1087,50 b	1,81 b
D (350 kg SP-36/ha) (1,75 rekomendasi)	1094,61 b	1,82 b

KK = 13,01%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Dari Tabel 12 terlihat belum adanya peningkatan yang signifikan antar dosis SP-36 yang diberikan terhadap berat biji KA 14%. Namun setiap peningkatan dosis pupuk SP-36 meningkatkan berat biji atau plot dengan produksi tertinggi pada perlakuan D (1,75 rekomendasi). Pemberian dosis 1.25 rekomendasi telah memperlihatkan perbedaan yang nyata dari pemberian dosis 1.00 rekomendasi. Hal ini menyebabkan bahwa pupuk SP-36 mampu menyumbangkan P untuk meningkatkan produksi tanaman gandum. Menurut nyakpa *et al.* (1988), fosfor penting pada fase primordial tanaman yang selanjutnya untuk reproduktif lainnya. Hakim (1982) mengemukakan bahwa kadar P tanaman ditentukan oleh pertumbuhan akar dan jumlah P yang tersedia di dalam tanah maka perkembangan akar menjadi baik sehingga kadar P akan meningkat pula, dengan demikian berat biji akan meningkat.

Meskipun penambahan dosis P cenderung meningkatkan hasil namun jika dibandingkan dengan hasil tertinggi dari pengembangan gandum yang mencapai 4 ton/ha, produksi gandum pada penelitian ini termasuk rendah. Berat kering tanaman jauh lebih tinggi dibandingkan berat biji KA 14%, keadaan tersebut menjelaskan bahwa pertumbuhan generatif tidak sebaik pertumbuhan vegetatif. Hal ini disebabkan oleh faktor eksternal seperti kurangnya intensitas cahaya matahari pada periode tanam yang masih berada pada awal musim penghujan. Pertumbuhan gandum mencapai kondisi optimum apabila tumbuh pada kondisi lingkungan yang kering dan dingin. Rendahnya produksi gandum diduga disebabkan oleh intensitas cahaya yang kurang sepanjang masa tanam. Menurut Anonim (2011)

tanaman gandum adalah tanaman hari panjang karena membutuhkan *photoperiode* yang panjang (> 12 jam). Tanaman yang dipanen buah atau bijinya akan tumbuh dengan baik pada intensitas radiasi matahari yang tinggi. Radiasi matahari yang ditangkap klorofil pada tanaman yang mempunyai hijau daun merupakan energi dalam proses fotosintesis. Hasil fotosintesis ini menjadi bahan utama dalam pertumbuhan dan produksi tanaman pangan. Selain meningkatkan laju fotosintesis, peningkatan cahaya matahari biasanya mempercepat proses pembungaan dan pembuahan (Kartasapoetra, 1993).

Produksi gandum bila ditinjau dari aspek sosial ekonomi pertanian, pemberian pupuk P sebanyak 1.25 rekomendasi memiliki selisih prediksi keuntungan tertinggi yang didapat dari pengurangan harga produksi dengan harga jumlah dosis pupuk P yang diberikan. Berikut Tabel 13 menunjukkan tentang perbandingan prediksi keuntungan dari masing-masing pemberian dosis pupuk P:

Tabel 13.
Perbandingan Prediksi Keuntungan Dari Produksi Gandum

Dosis SP-36	Harga pupuk	Berat hasil (ton)	Harga hasil (US \$)	Harga hasil (Rp)	Prediksi pendapatan
200	300.000	1,55	511,5	5.831.100	5.531.100
250	375.000	1,76	580,8	6.621.120	6.246.120
300	450.000	1,81	597,3	6.809.220	6.359.220
350	525.000	1,82	600,6	6.846.840	6.321.840

Keterangan: Harga pupuk SP-36/kg = Rp. 1.500, Harga gandum/ton 2013 = US\$ 330, nilai kurs US\$ saat ini Rp. 11.400

Pada tabel 13 terlihat meningkatnya prediksi pendapatan tertinggi berada pada pemberian 250 SP-36/ha (1.25 rekomendasi). Oleh karena itu, pemberian 1.25 rekomendasi dianggap sebagai dosis pupuk terbaik untuk budi daya gandum.

4. Serapan P Tanaman

Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap Serapan P tanaman ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13.
Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Serapan P Tanaman

Perlakuan	Serapan P tanaman (jerami) (g/plot)	Serapan P tanaman (jerami) (kg/ha)
A (1,00 rekomendasi)	0,56 a	0,93 a
B (1,25 rekomendasi)	0,64 a b	1,06 a b
C (1,50 rekomendasi)	0,74 b	1,23 b
D (1,75 rekomendasi)	1,09 b	1,81 b

KK = 17,49%

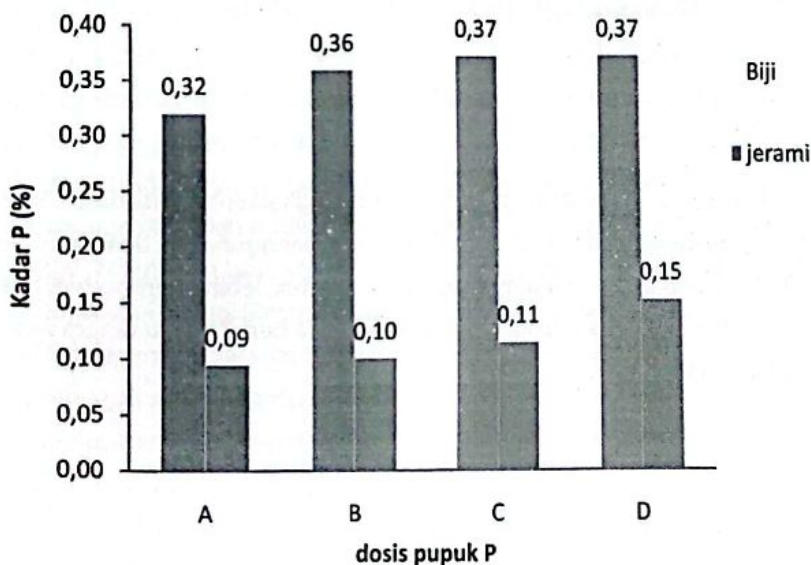
Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk SP-36 berpengaruh terhadap serapan P tanaman di mana perlakuan D (1,75 rekomendasi) berbeda nyata terhadap perlakuan A (1,00 rekomendasi) dan perlakuan B (1,25 rekomendasi) akan tetapi perlakuan C (1,50 rekomendasi) berbeda

tidak nyata dengan perlakuan D (1,75 rekomendasi) meskipun terjadi peningkatan nilai serapan P. Serapan P tertinggi terdapat pada perlakuan D (1,75 rekomendasi) sebesar 1,09 kg/plot dan perlakuan terendah terlihat pada perlakuan A (1,00 rekomendasi) sebesar 0,56 kg/plot. Peningkatan serapan P berbanding lurus dengan banyaknya dosis SP-36 yang diberikan pada tanah.

Peningkatan Serapan P oleh jerami disebabkan oleh adanya penambahan P dalam bentuk penambahan pupuk SP-36 serta akibat adanya perbaikan sifat kimia tanah yang menunjang ketersediaan P di antaranya penurunan kandungan Al-dd (Tabel 5) dan meningkatnya P tersedia (Tabel 6) dalam tanah yang diserap oleh akar tanaman dan menimbulkan pertumbuhan yang lebih baik. Hakim (1982) menjelaskan bahwa serapan P oleh tanaman meningkat dengan meningkatnya kelarutan P dan turunnya kandungan Al dalam tanah. Peningkatan serapan P juga disebabkan oleh pertumbuhan akar yang baik memungkinkan volume yang berkontak dengan P larutan tanah bertambah besar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa serapan P ditentukan oleh pertumbuhan akar dan jumlah P yang tersedia dalam tanah.

Nilai % P biji lebih tinggi dibandingkan nilai % P jerami hal tersebut memperlihatkan adanya alokasi penggunaan hara P pada salah satu bagian tanaman tertentu yaitu biji gandum. Hasil analisis perbandingan antara % P biji dan % P jerami dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk SP-36 Terhadap % Kadar P Jerami dan % Kadar P Biji.

Terlihat pada Gambar 3 bahwa kadar P jerami lebih rendah dibandingkan dengan kadar P biji. Kandungan P jerami maupun biji berbanding lurus dengan semakin tingginya pemberian pupuk fosfor berupa SP-36. Data tersebut menyatakan pemberian pupuk fosfor untuk tanaman berperan penting sebagai pemacu pertumbuhan generatif (pembuahan dan perkembangan biji) sebagaimana dijelaskan oleh Hanafiah (2012) unsur P berperan vital dalam pembentukan biji dan buah, sehingga para petani menyebut pupuk P sebagai "*pupuk buah*". Ketersediaan asam nukleat, phityn, dan fosfolipid yang cukup pada periode awal pertumbuhan akan berpengaruh terhadap fase primordial dan pembentukan bagian reproduktif tanaman. Unsur ini menentukan awal fase pematangan terutama untuk sereal, sehingga jika suplai P terbatas, tidak saja akan menyebabkan pertumbuhan yang terhambat tetapi juga kualitas, kuantitas, dan waktu panen.

Bab V

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Pemberian pupuk P sebanyak 1.25 rekomendasi merupakan dosis terbaik dalam memperbaiki sifat kimia tanah, seperti meningkatkan KTK tanah sebesar 1.83 me/100 g, menurunkan kandungan Al tanah sebesar 0.16 me/100 g, meningkatkan P tersedia sebesar 2.56 ppm dari pemberian pupuk P sebanyak 1.00 R.
2. Pemberian dosis pupuk P sebanyak 1.25 rekomendasi memiliki selisih keuntungan tertinggi dari semua dosis pupuk P dengan hasil 1.76 ton/ha. Peningkatan juga terjadi pada serapan P tanaman di antara semua dosis pupuk P, dengan serapan P maksimum pada pemberian pupuk P sebanyak 1.25 rekomendasi, yaitu 0.64 g/plot.
3. Pertumbuhan generatif tanaman gandum tidak sebaik pertumbuhan vegetatif karena kurangnya intensitas cahaya pada periode tanam yang masih berada dimusim penghujan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas, salah satu usaha untuk meningkatkan ketersediaan dan serapan P serta produksi produksi gandum pada tanah vulkanis dapat menggunakan dosis pupuk sebanyak 1.25 rekomendasi. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih memperhatikan faktor eksternal seperti intensitas cahaya matahari dengan menentukan secara benar waktu tanam agar pertumbuhan tanaman dan hasil lebih optimum.

Ringkasan

Pertambahan penduduk yang semakin tinggi di Indonesia mengakibatkan kebutuhan terhadap bahan makanan juga bertambah. Sejalan dengan pertambahan penduduk tersebut, telah mengakibatkan lahan-lahan produktif untuk pertanian semakin berkurang. Peningkatan produksi pertanian terutama tanaman pangan merupakan tujuan utama dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan nasional. Peningkatan produksi ini pada hakikatnya adalah untuk mencukupi kebutuhan pangan masa kini dan masa yang akan datang. Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan alternatif, dalam rangka mendukung ketahanan pangan serta diversifikasi pangan. Peluang pengembangan gandum cukup besar karena adanya pergeseran pola makan dari karbohidrat beras ke karbohidrat non beras terutama di daerah perkotaan. Dari data yang di dapatkan dari United State Department of Agriculture (USDA), Pada tahun 2012 Indonesia mengimpor gandum sebanyak 7,1 juta ton dan meningkat dari tahun lalu yang hanya 6,7 juta ton. Kebutuhan tepung terigu dalam negeri malah meningkat 7,06% pada tahun 2012 ini karena terigu saat ini menjadi salah satu kebutuhan pokok untuk bahan pangan (APTINDO, 2013).

Kabupaten Solok merupakan salah satu sentra produksi pangan di Sumatera Barat, yang terletak di sekitar gunung api. Tanah abu vulkanis merupakan tanah yang berasal dari letusan gunung api, di mana pada saat gunung api meletus mengeluarkan tiga jenis bahan yang siap untuk dimuntahkan yaitu berupa bahan padatan, cair dan gas. Bahan padatan dapat berupa pasir, debu dan tanah abu vulkanis, sedangkan bahan cair dapat berupa lava. Bahan-bahan vulkanis tersebut nantinya akan menjadi bahan induk penyusun tanah. Kemungkinan jenis tanah yang terbentuk dari bahan induk abu vulkanis di antaranya adalah Andisol dan Inceptisol. Sifat kimia dan fisika dari Inceptisol adalah pH mendekati netral, kejenuhan basa kurang dari 50%, porositas 68% - 85% dan warna hitam mengandung bahan organik yang tinggi (Resman *et al.*, 2006). Tanah Inceptisol adalah tanah yang belum matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya. Sifat kimia dari tanah abu vulkanis ditandai dengan reaksi tanah agak masam sampai netral (pH 5,0-6,5), kejenuhan basa sekitar 20-40%, Kapasitas tukar kation (KTK) sekitar 20-30 me/100g, kandungan C dan N tinggi, kandungan kalium sedang dan kandungan fosfor rendah.

Salah satu langkah efisien dalam meningkatkan produksi tanaman gandum adalah penambahan fosfor dalam tanah dapat diketahui pada tanah vulkanis fosfor terjerap sehingga tidak tersedia. Berdasarkan alasan tersebut, penulis telah melaksanakan penelitian dengan judul, "Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor (P) Terhadap Ketersediaan dan Serapan P serta Produksi Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) Pada Tanah Vulkanis Alahan Panjang." Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan unsur P tanaman gandum pada tanah vulkanis.

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2012 hingga Februari 2013 di Jorong Batu Bagirik Nagari Alahan Panjang Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok berada pada 01° 05' 38,3" LS dan 100° 47' 30,3" BT dengan ketinggian 1.600 m d.p.l dilanjutkan dengan analisis tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penelitian ini dilaksanakan di lapangan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Sebagai perlakuannya adalah perbedaan dosis pupuk SP-36 dan masing-masing perlakuan tersebut dilakukan 3 ulangan. Perlakuan A 1,00 rekomendasi (200 kg SP-36), B 1,25 rekomendasi (250

kg SP-36), C 1,50 rekomendasi (300 kg SP-36) dan D 1,75 rekomendasi (350 kg SP-36) dengan pupuk Urea dan KCl sesuai rekomendasi badan sereal.

Benih gandum ditanam dua biji/lubang dengan jarak tanam 25x20cm. Sehingga dalam satu plot terdapat 5 baris. Pemberian pupuk buatan pertama dilakukan pada 7–10 hari setelah tanam, dan pemupukkan kedua dilakukan pada saat 30 hari setelah tanam. Pada pemupukan pertama diberikan semua dosis SP-36 dan KCl dengan Urea setengah rekomendasi. Pemupukan kedua adalah pemberian setengah rekomendasi berikutnya untuk pupuk Urea. Pemupukkan dilakukan dengan cara menebarkan pupuk secara merata dalam tiap baris. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum pemberian perlakuan dan setelah panen. Sampel tanah diambil dengan menggunakan metoda komposit. Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiraman, pembubunan, dan penyiangan.

Pengamatan terhadap tanah dilakukan meliputi analisis tanah awal dan setelah panen. Analisis tanah meliputi analisis pH (pH H₂O 1:1 dan pH KCl 1:1) yang diukur dengan pH meter, C-Organik dengan metoda Walkley and Black, N-total dengan metoda Kjeldahl, P-tersedia dengan metoda Bray II, Al-dd dengan metoda Volumetrik, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan K, Ca, Mg dan Na-dd dengan metoda pencucian dengan Ammonium asetat 1 N pH 7.

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setelah tanaman berumur 3 minggu (umur 21 hari) dan setelah itu dilakukan pengukuran setiap minggunya. Bobot kering tanaman per ubinan dihitung setelah tanaman yang telah dipanen dijemur kurang lebih 2x24 jam atau sampai mengering. Berat biji KA 14% dihitung setelah melakukan penggilingan, kemudian biji dimasukan kedalam alat pengukur kadar air dan selanjutnya disubtisusi dengan nilai 14%. Analisis kandungan P tanaman dilakukan dengan cara mengambil sampel bagian tanaman (batang+daun+malai+sekam) dari masing-masing petakan. Sampel tanaman tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 2x24 jam pada suhu 60°C atau sampai beratnya tetap. Selanjutnya di grinder agar halus untuk bahan analisis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk P sebanyak 1.25 rekomendasi dapat memperbaiki beberapa sifat kimia tanah abu vulkanis dan pertumbuhan serta produksi tanaman gandum. Pemberian pupuk P sebanyak 1.25 R memperbaiki beberapa sifat kimia tanah, seperti meningkatkan KTK tanah sebesar 1.83 me/100 g; menurunkan kandungan Al tanah sebesar 0.16 me/100 g; meningkatkan P tersedia sebesar 2.56 ppm dari pemberian pupuk P sebanyak 1.00 R. Pemberian 1.25 R juga meningkatkan serapan P sebesar 0.08 g/plot dan meningkatkan produksi sebesar 0.21 ton/ha dari pemberian pupuk P sebanyak 1.00 R. Meskipun penambahan P meningkatkan hasil tanaman gandum, namun jika dibandingkan dengan berat kering tanaman, hasil gandum masih terbilang rendah. Rendahnya produksi gandum diduga disebabkan oleh kurangnya intensitas cahaya matahari pada periode tanam yang masih berada di musim hujan.

Daftar Pustaka

- Ahmad, F. 1980. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Proyek Peningkatan dan Pengendalian dan Pengendalian Perguruan Departemen Pertanian.
- Allen, B. L. and B.F. Hajek. 1989. *Mineral occurrence in Soil Environments*. In : J.B. Dixon and S. B. Weed. *Minerals in Soil Environments*. SSSA. Madison. pp. 199-277.
- Azwar, R., T. Danakusuma, dan A.A. Daradjat. 1988. *Prospek Pengembangan Terigu di Indonesia*. Buku 1. Risalah Simposium Tanaman Pangan II. Puslitbangtan. Bogor, 12-13 Maret 1988. 17 hal.
- Danakusuma, T. 1985. *Hasil Penelitian Terigu dan Prospek Pengembangannya*. Dalam Hasil Penelitian Terigu 1980-1984. Risalah Rapat Teknis Puslitbangtan. Bogor 28-29 Maret 1985. Badan Litbang Pertanian, Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Darmawijaya, I. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Defnita, R., Yuniarti. A. dan Hudaya, R. 2005. *Penggunaan Metoda Selective Dissolution dan Spektroskopi Inframerah Dalam Menentukan Kadar Alofan Andisol*. Fakultas Pertanian, UNPAD.
- Departemen Pertanian. 1978. *Laporan Hasil Survei Potensi-Potensi Tanaman Gandum*. Bidang Potensi Tegakan gandum.
- Dirjen Bina Produksi Pangan. 2003. *Teknologi Produksi Gandum*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura. 1994. *Penerapan Pupuk SP-36 Sebagai Substitusi Pupuk TSP dalam Upaya Efisiensi Penggunaan Pupuk Fosfat Pada Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Jakarta.
- Egawa, T. 1977. *Properties of Soil Derived from Volcanic Ash Soils*. In K. H. Tan (ed.). 1984. *Andosols*. New York: Van Nostrand Reinhold Comp.
- Fiantis, D. 2006. *Laju Pelapukan Kimia Debu Vulkanis G. Talang dan Pengaruhnya Terhadap Proses Pembentukan Mineral Liat Non-Kristalin*. Artikel Ilmiah. Padang: Universitas Andalas.
- Grasswell, E.T., and Lefroy, R.D.B. 2001. *The Role Function of Organic Matter in Tropical Soils*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Nutrient Cycling in Agroecosystems 61: 7-18 hal.

- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., dkk. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hakim, N. 1982. "Pengaruh pemberian pupuk hijau dan kapur pada tanah pedzolik merah kuning terhadap ketersediaan fosfor produksi tanaman jagung (*Zea mays* L)." Bogor: Disertasi Doktor Fakultas Pasca Sarjana IPB.
- Hanafiah, K. A. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Edisi 5. Jakarta: Rajawali Press.
- Hardjowigeno. 1993. *Genesis dan Klasifikasi Tanah*. Padang: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- _____. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademi Presindo.
- Irvana, H. 2005. "Kajian Sifat Kimia Tanah Vulkanis Pasca erupsi G. Talang 12 April 2005 di Aie Batumbuk Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok." Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- Jayadinata, Johara. T. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Kartasapoetra, A. G. 1993. *Klimatologi Pengaruh Iklim terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Lahuddun, M dan Mukhlis. 2006. *Kimia Tanah*. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Medan: USU Press.
- Naspendra,D. 2013. "Pengaruh Pemanfaatan Kompos Bagase, Molase, dan Pupuk Kandang Terhadap Sifat Fisika dan Kimia Tanah Serta Pertumbuhan Tanaman Tebu." [Skripsi]. Padang: Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Nyakpa, M. Y., A. M. Lubis, M. A. Pulung., G. B. Hong, dan N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Palembang: Universitas Lampung.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2005. *Pemupukan Fosfat dan Kalium Tanah Sawah Berdasarkan Uji Tanah Mendukung Pertanian Organik*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Puspita, A.A.D. 2009. "Analsis Daya saing dan Strategi Pengembangan Agribisnis Gandum Lokal di Indonesia." [Skripsi]. Bogor: Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.

- Resman, A.S. Syamsul, dan H.S. Bambang. 2006. *Kajian beberapa sifat kimia dan fisika inceptisol pada toposekuen lereng selatan gunung merapi kabupaten sleman*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. Vol. 6 (2):101-108 hal.
- Rosmarkam,A dan Nasih W.Y. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 224 hal.
- Sample, E.C., R.J. Soper , and G.J. Racz. 1980. *Reaction of Phosphate fertilizer in Soil*. Am.Soc. Agr. Madison, Wisconsin. Crockett, J.U. 1985. In Organic material as Fertilizer. Soil Bull
- Sanchez, P.A dan Uehara. G. 1986. *Management Consideration for Acid Soil with High Phosphorous Fixation Capacity*. In The Role of Phosphorous In Agriculture. American Soil Society of American. USA.
- Sanchez, P. A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. ITB Bandung. 277-293 hal.
- Sanchez, P.A and Jama, B.A. 2000. *Soil Fertility Repletismen Takes at in East an Southern Africa. International Symposium on Balanched Nutrient Manajemen System For The Moist Savana and Humid Forest Zones of Africa*. Held on 9 Oktoer 2000 in Benin., Africa.
- Santoso, D., Suwarto dan Sri. E.A. 1983. *Penuntun Analisis Tanaman*. Bogor: Pusat Penelitian Bogor.
- Shoji, S. M. Nanzyo and R. A. Dahgren. 1993. *Volcanic Soils, Genesis, Properties and Utilization*. Elsevier, Amsterdam.
- Soegiman. 1982. Ilmu Tanah. *Terjemahan dari nature and properties of soil by H.O Buckman and NC Brady*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, IPB.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. Basic System of Soil Clasification For Making and Interpreting Soil Survey 2nd ed*. Washington: USDA, NRCS.
- Suliansyah, I., M. Kasim, I. Chaniago, dan Reflinaldon. 2011. "Uji Adaptasi Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Sumatera Barat." Laporan Akhir Penelitian. 2011. Padang: Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Sarief, S. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Bandung: Pustaka Buana Bandung.
- Tan, K.H. 1984. *Andosols*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

- _____. 1986. *Degradation of Soil Mineral by Organic Acids*. In: P.M. Huang and M. Schnitzer. Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes. SSSA Special Publication No. 12. Soil sci. Soc. Of America, Inc. Madison.
- _____. 1998. *Andosol*. Medan: Program Pasca Sarjana, Universitas Sumatra Utara.
- _____. 1992. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- _____. 2008. *Humid Tropics and Munsoon Region of Indonesia*. USA: University of Georgia, Athens, GA.
- _____. 2010. *Principle of Soil Chemistry*, Fourth Edition. University of Georgia, Athens, Georgia. USA. 363 O. New York: CRC Press Taylor and Francis Group.
- Thompson, M. L and Troeh. 1978. *Soil Fertility*. Fourth edition. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill Publishing, Ltd.
- Tisdale, S L dan Nelson JD. 1975. *Soil Fertility and Fertilizers 4th ed*. New York: Macmilian Publisher.
- Tobing, B.L. 1987. "Pengaruh Kadar Air Tanah Terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan Hasil Tanaman Gandum (*Triticum spp.*)". Skripsi. Bogor: Jurusan Geofisika dan Meterlogi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.
- Tubaran, H. 2010. Konsep Utama Ordo Tanah. <http://www.Tani Muda.com>
- Wada, K. 1980. *Mineralogy Characteristis of Andosols in BKG Theng (ed) Soils With Variable Charge*. Soil Burear. Dept. of Science and Industria Reserch, Lower Hutt.
- _____. 1989. *Allophane and Imogolite*. In: J.B. Dixon and S. B. Weed. *Minerals in Soil Environments*. SSSA. Madison.
- Young, R.D., D.G. Weatfal, and G.W. Colltver. 1985. *Production, Marketing, and Use of Phosphorus Fertilizers. In fertilizer Technology and Use. Third ed. (Ed.O .P. Engelstad) . Published by Soil Soc.of Am., Inc. Madison, Wisconsin.*

Sumber Internet:

Anonim. 2011. Gandum. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. dari <http://dispertakab-pasuruan.com> (27 oktober 2013)

[Http://tanamanpangan.deptan.go.id/doc_upload/Gandum.pdf](http://tanamanpangan.deptan.go.id/doc_upload/Gandum.pdf) (21 februari 2012)

[Http://nasih.wordpress.com/2010/11/01/kalium/](http://nasih.wordpress.com/2010/11/01/kalium/) (25 Agustus 2012)

[Http:// repository.usu.ac.id /bitstream/.../4/Chapter%20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/.../4/Chapter%20II.pdf). (23 Agustus 2013)

[Http://finance.detik.com/read/2012/06/12/103707/1938780/1036/ri-pengimpor-gandum-terbesar-kedua-di-dunia](http://finance.detik.com/read/2012/06/12/103707/1938780/1036/ri-pengimpor-gandum-terbesar-kedua-di-dunia) (24 Oktober 2013)

[Http://www.apindo.or.id/pdfs/Overview%20Industri%20Terigu%20nasional-update%2014%20maret%202013.pdf](http://www.apindo.or.id/pdfs/Overview%20Industri%20Terigu%20nasional-update%2014%20maret%202013.pdf). (24 Oktober 2013)

[Http://www.indonesiainfrastructurenews.com/2012/06/hatta-2014-indonesia-tanam-gandum-massal/](http://www.indonesiainfrastructurenews.com/2012/06/hatta-2014-indonesia-tanam-gandum-massal/) (27 Oktober 2013)

[Http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/61523/jurnal](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/61523/jurnal) (23 februar2012)

[Http://http://www.apindo.or.id index.php?option=com_content&view=article&id](http://http://www.apindo.or.id/index.php?option=com_content&view=article&id) (28 Agustus 2013)

Jurnal Litbang Pertanian, 2006. <http://library.ac.id/download/07002687> (25 Februari 2012)