

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rauwolfia verticillata Lour. adalah salah satu jenis tanaman obat dari genus *Rauwolfia*, famili Apocynaceae dan dikenal dengan nama pule pandak atau akar tikus. Nama asli tanaman ini di daerah India adalah *pagal – ki – dawa*, atau dalam Bahasa Sanskrit disebut *sarphagandha*. Tanaman ini tersebar di berbagai tempat di Indonesia misalnya, Pulau Sumatera, Pulau Jawa dan Kepulauan Nusa Tenggara. Di Pulau Jawa ditemukan dua spesies *Rauwolfia*, masing-masing adalah *R. serpentina* Benth dan *R. verticillata*. Jenis *R. verticillata* L. ditemukan di Sumatra Selatan, Sulawesi Selatan, dan Bali (Sulandjari, 2008).

Pule pandak mengandung tidak kurang dari 50 macam alkaloid dan telah diisolasi. Diantara alkaloid yang ada, reserpin adalah unsur yang paling penting dalam akar pule pandak yang berperan sebagai antihipertensi. Alkaloid yang terkandung dalam akar pule pandak dapat meningkatkan aliran darah dalam tubuh, efektif mencegah naiknya suhu badan, menormalkan denyut jantung dan menyembuhkan penyakit tumor (Duke, 1992). Reserpin yang diekstrak dari pule pandak adalah obat modern pertama yang digunakan dalam pengobatan antihipertensi. Ekstrak dari tumbuhan ini dapat menyeimbangkan aktivitas enzim pada jantung (Akpanabiatu *et al.*, 2009).

Keberadaan pule pandak menurut *International for conservation of nature and natural resourcees (IUCN)* tahun 2003 termasuk dalam appendix II atau

termasuk kategori genting (*endangered species*). Sejalan dengan hal ini di negara penghasil tanaman obat terbesar seperti Nepal, India, dan Indonesia, pule pandak adalah salah satu dari banyak tanaman obat yang dinyatakan langka karena pemungutan masih langsung dari habitat alam. Penggunaan simplisia pule pandak dalam negeri tahun 2000 adalah 6.898 kg dengan laju pertumbuhan sebesar 25,8% per tahun (Sulandjari dkk., 2005). Berdasarkan hal tersebut, budidaya tanaman pule pandak perlu dilakukan karena kebutuhannya yang semakin meningkat.

Menurut Sulandjari (2008), salah satu syarat tanaman yang diusahakan agar dapat memberikan hasil yang tinggi baik segi kuantitas maupun kualitasnya adalah tersedianya unsur hara yang cukup dalam larutan tanah pada permukaan akar. Ketersediaan hara dalam tanah selama pertumbuhan tanaman budidaya, selain oleh larutan tanah itu sendiri, juga dapat dicapai dengan pemupukan. Ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat produksi tanaman, oleh karena itu pupuk diberikan pada saat tanaman membutuhkan dan dengan dosis seimbang.

Pemberian pupuk organik selain dapat meningkatkan produktivitas tanaman juga merupakan salah satu komponen budidaya yang ramah lingkungan. Pupuk organik, baik pupuk kandang, kompos ataupun pupuk hijau dapat memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan dalam tanah, dan mengandung zat makanan tanaman. Pupuk kandang merupakan sumber humus yang utama berasal dari campuran antara kotoran hewan dan jerami. Adanya pupuk kandang dapat mengisi defisit humus,

atau dapat digunakan secara langsung sebagai hara tanaman (Rinsema, 1986; Sour, 2001).

Pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman ditunjukkan melalui pengaruhnya terhadap sifat-sifat fisik, kimia, dan biologis dari tanah. Bahan organik memiliki peranan kimia di dalam menyediakan N, P, dan K untuk tanaman, selain itu juga memiliki peranan biologis di dalam mempengaruhi aktivitas organisme mikroflora dan mikrofauna, serta peranan fisik di dalam mempengaruhi struktur tanah dan lainnya. Sistem pertanian organik nyata memperbaiki sifat kimia tanah dengan peningkatan P tersedia, N total, K tersedia, kandungan karbon, asam humat, asam fulvat dan menjaga kestabilan pH tanah (Nuryani dan Handayani, 2003).

Dalam upaya meningkatkan pertumbuhan tanaman, perlu diperhatikan asupan hara N dalam proses pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan hara esensial yang sangat diperlukan tanaman dalam proses hidupnya. Kekurangan N umumnya membatasi pertumbuhan tanaman, baik secara alami maupun tidak. Aplikasi dari pemberian pupuk N yang diberikan secara cepat, terlihat adanya peningkatan pertumbuhan tanaman (Laegreid *et al.*, 1999).

Tumbuhan yang berada dalam lingkungan kaya nitrat akan memiliki jumlah enzim nitrat reduktase yang banyak, tetapi jumlah enzim akan berkurang jika berada dalam lingkungan yang banyak mengandung ion amonium. Korelasi yang positif terjadi antara nitrat reduktase dengan kandungan N tanaman (Linbald dan Guerrero, 1993). Tenaga untuk mereduksi nitrat dan nitrit diperoleh dari NADPH atau NADH (Bidwell, 1979), sedangkan NADP dan NADPH diproduksi

dalam proses respirasi, sehingga aktivitas nitrat reduktase berkaitan erat dengan laju respirasi. Aktivitas nitrat reduktase yang didukung oleh proses respirasi, membantu tanaman dalam pemanfaatan hara N bagi tanaman. Berdasarkan uraian tersebut, perlu adanya penelitian tentang dosis pupuk organik yang tepat berkaitan dengan laju respirasi, aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.).

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh variasi dosis pupuk organik terhadap laju respirasi tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.) ?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi dosis pupuk organik terhadap aktivitas nitrat reduktase tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.) ?
3. Bagaimanakah pengaruh variasi dosis pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.) ?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh variasi dosis pupuk organik terhadap laju respirasi tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.).
2. Mengetahui pengaruh variasi dosis pupuk organik terhadap aktivitas nitrat reduktase tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.).

3. Mengetahui pertumbuhan tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.) dengan pemberian variasi dosis pupuk organik.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang dosis pupuk organik yang tepat dalam budidaya tanaman obat pule pandak (*R. verticillata* Lour.).
2. Bukti ilmiah mengenai karakter fisiologis pule pandak (*R. verticillata* Lour.), terutama laju respirasi dan aktivitas nitrat reduktase tanaman yang berkaitan dengan asupan hara N yang esensial untuk pertumbuhan tanaman.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pule Pandak (*Rauvolfia verticillata* Lour.)

Menurut van Steenis (1987), pule pandak diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Classis	: Dicotyledoneae
Ordo	: Apocynales
Familia	: Apocynaceae
Genus	: <i>Rauvolfia</i>
Species	: <i>Rauvolfia verticillata</i> Lour.

Pule pandak berhabitus semak, dengan tinggi 0,6 – 1 m. Diameter batangnya 0,7 cm, permukaan batang agak kasar, berbentuk bulat, berwarna abu-abu, sedangkan pucuk batangnya berwarna keputih-putihan dan tidak berbulu. Pule pandak tumbuh tersebar di hutan sekunder dan vegetasi semak pada ketinggian hingga 2100 dpl, serta dapat tumbuh pada iklim lembab atau iklim panas. Tanaman ini memerlukan curah hujan antara 250-500 cm dan suhu 10° C - 38° C, pH tanah antara 5 sampai 6,5 atau tanah yang berkapur, tanah merah, tanah lempung, laterik hingga berpasir (Zumaidar, 2000).

Di Pulau Jawa ditemukan dua spesies *Rauvolfia* masing-masing adalah *R. serpentina* Benth dan *R. verticillata* L. (Gambar 1). Jenis *R. verticillata* L. ditemukan di Sumatra Selatan, Sulawesi Selatan, dan Bali. Di hutan Pringgodani,

Kecamatan Tawangmangu pada ketinggian 1.300 m dpl didapatkan spesies *R. verticillata* L. Di hutan Tekil, Kecamatan Sidoharjo, Kabupaten Wonogiri dengan ketinggian 300 m dpl. didapatkan spesies *R. serpentina* Benth dan *R. verticillata* L. (Sulandjari, 2008).

R. verticillata L. memiliki kandungan bahan aktif terutama pada akarnya antara lain : alkaloid reserpin, spegatriin, dan verticilin. Reserpin umumnya dipakai sebagai obat hipertensi dan sedatif. Spegatriin bekerja sebagai penghambat α adrenergic, sedangkan verticilin berkhasiat sebagai agen terapentik dalam kasus hipertensi dengan sedikit efek samping. Daun segarnya dapat dipakai untuk mengobati luka karena gigitan ular dan pembengkakan pada mata (de Padua dalam Lestari, 2008). Alkaloid pada *R. verticillata* khususnya ajmalisin dan reserpin digunakan untuk mengatur sistem sirkulasi darah pada jantung karena mengandung bahan antihipertensi dan antiaritmik (Chen *et al.*, 2007).



Gambar 1. Gambar morfologi *R. verticillata* Lour. (Anonim, 2008)

2. Pupuk Organik

Pemupukan adalah usaha untuk memberikan nutrisi mineral yang mempunyai fungsi esensial dan spesifik dalam metabolisme tanaman. Macam dan dosis pupuk mempunyai hubungan erat dengan sumber hara dan kesuburan tanah. Pemupukan mempunyai tujuan antara lain: mengisi perbekalan zat makanan tanaman yang cukup dan memperbaiki atau memelihara keutuhan kondisi tanah dalam hal struktur, kondisi derajat keasaman, dan potensi pengikat terhadap zat makanan. Untuk menjaga produktivitas tanah pada tingkat yang tinggi, maka keseimbangan pemupukan perlu diperhatikan (Rinsema, 1986; Minardi, 2002).

Menurut Goldsworthy dan Fisher (1992), tanaman budidaya membutuhkan enam belas unsur esensial yaitu; karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), belerang (S), kalium (K), kalsium (Ca), klor (Cl), magnesium (Mg), mangan (Mn), tembaga (Cu), boron (B), molibdenum (Mo), seng (Zn), dan besi (Fe). Suatu unsur dikatakan esensial jika tumbuhan gagal tumbuh dan melengkapi daur hidupnya dalam kondisi medium tanpa unsur tersebut. Suatu unsur juga dianggap esensial jika merupakan penyusun metabolit yang diperlukan oleh tumbuhan.

Pupuk mengandung berbagai nutrisi seperti N, P, dan K yang diserap secara cepat dan dibutuhkan dalam jumlah yang banyak oleh tanaman budidaya. Menurut Lindawati *et al.* (2000), pupuk nitrogen merupakan pupuk yang sangat penting bagi semua tanaman, karena nitrogen merupakan penyusun dari semua senyawa protein, kekurangan nitrogen pada tanaman yang sering dipangkas akan mempengaruhi pembentukan cadangan makanan untuk pertumbuhan tanaman.

Pupuk dibagi menjadi dua golongan berdasarkan senyawanya yaitu pupuk organik dan anorganik. Pada umumnya pupuk anorganik mempunyai keunggulan yaitu kandungan zat hara dalam pupuk telah dibuat secara tepat dan pemberian dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Pupuk anorganik juga memiliki kelemahan yaitu hanya mengandung beberapa unsur tertentu dan jika digunakan secara terus-menerus dapat mengakibatkan kerusakan tanah.

Pemberian pupuk organik pada lahan marginal, selain dapat meningkatkan produktivitas tanaman juga merupakan salah satu komponen budidaya yang ramah lingkungan. Pupuk organik, baik pupuk kandang, kompos ataupun pupuk hijau dapat memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan dalam tanah, dan mengandung zat makanan tanaman (Rinsema, 1986).

Pupuk kandang termasuk ke dalam pupuk organik. Pupuk kandang merupakan sumber humus yang utama berasal dari campuran antara kotoran hewan dan jerami. Adanya pupuk kandang dapat mengisi defisit humus, atau dapat digunakan secara langsung sebagai makanan tanaman. Selain itu keistimewaan penggunaan pupuk kandang yang diungkapkan dalam Soury (2001) antara lain:

- 1) Merupakan pupuk lengkap, karena mengandung semua hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman, juga mengandung hara mikro
- 2) Mempunyai pengaruh untuk jangka waktu yang lama dan merupakan cadangan makanan bagi tanaman

- 3) Memperbaiki struktur tanah sehingga aerasi di dalam tanah semakin baik, menjadi ringan untuk diolah dan mudah ditembus oleh akar
- 4) Meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air (*water holding capacity*)
- 5) Meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga hara yang terdapat dalam tanah mudah tersedia bagi tanaman
- 6) Mencegah hilangnya pupuk dari dalam tanah akibat proses pencucian oleh air hujan atau air irigasi.

Hasil penelitian Kusuma *et al.* (2006) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ditambah kapur mampu menghasilkan pertumbuhan dan produksi seraiwangi (*Andropogon nardus* Java de JONG) tertinggi pada panen kedua dan ketiga. Pemberian pupuk organik juga meningkatkan mutu dan produksi temulawak (*Curcuma xanthorriza* Roxb.) nomor harapan Balitro 1 pada penelitian Rahardjo dan Ajjah (2007), sehingga varietas tersebut dapat menjadi calon varietas yang dapat digunakan dalam budidaya organik. Dalam penelitian Sulandjari (2007), diketahui bahwa pemberian pupuk organik pada *R. serpentina* Benth dengan dosis 0 t ha⁻¹ sampai 20 t ha⁻¹ dapat meningkatkan semua variabel pertumbuhan, namun peningkatan takaran pupuk organik dari 20 t ha⁻¹ sampai 40 t ha⁻¹ peningkatannya tidak berarti.

3. Laju Respirasi

Respirasi merupakan reaksi oksidasi reduksi yaitu senyawa organik direduksi menjadi CO_2 , sedangkan O_2 yang diserap, direduksi membentuk H_2O . Substrat respirasi berupa pati, fruktan, sukrosa atau gula lainnya, lemak dan asam organik. Laju respirasi meningkat apabila tanaman mengalami pertumbuhan. Respirasi diperlukan bagi pertumbuhan karena menyediakan ATP dan pertumbuhan menyediakan ADP dan Pi yang diperlukan respirasi untuk membentuk ATP lagi. Pertumbuhan dan respirasi saling tergantung bahkan sel yang tidak tumbuh pun memerlukan ATP untuk mempertahankan diri dan meminimumkan entropi di dalam sel (Salisbury dan Ross, 1995).

Menurut Suwasono (1990) respirasi dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar sel. Faktor dalam meliputi jumlah plasma dalam sel, struktur fisikokimia protoplasma, macam dan banyak enzim serta jumlah substrat. Jaringan yang memiliki jumlah plasma lebih banyak memiliki kecepatan respirasi yang lebih besar. Faktor luar meliputi suhu, kadar CO_2 , kadar air dalam jaringan, cahaya, pelukaan, pengaruh mekanis dan pengaruh senyawa kimia tertentu. Dwidjoseputro (1994) mengemukakan enzim-enzim yang aktif dalam respirasi meliputi transfosforilase, karboksilase, hidrase, dan dehidrogenase.

Tahapan-tahapan dalam respirasi meliputi glikolisis, dekarboksilasi oksidatif asam piruvat, daur Krebs, dan transport elektron. Glikolisis merupakan reaksi perubahan 1 mol glukosa menjadi 2 mol asam piruvat dan terjadi di sitoplasma. Tiap 1 molekul glukosa menghasilkan 1 molekul ATP. Daur Krebs disebut juga daur asam sitrat, karena asam sitrat merupakan senyawa antara yang

penting; selain itu disebut juga daur Asam Trikarboksilat (TCA), yang terjadi di matriks mitokondria. Fungsi utama daur Krebs adalah :

1. Mereduksi NAD^+ dan ubikuinon menjadi elektron donor NADH dan ubikuinol, yang akan dioksidasi untuk menghasilkan ATP.
2. Sintesis langsung ATP dalam jumlah terbatas, yaitu 1 ATP untuk setiap piruvat yang dioksidasi.
3. Pembentukan kerangka karbon yang dapat digunakan untuk mensintesis asam amino tertentu yang kemudian akan diubah menjadi molekul yang besar (Salisbury dan Ross, 1995).

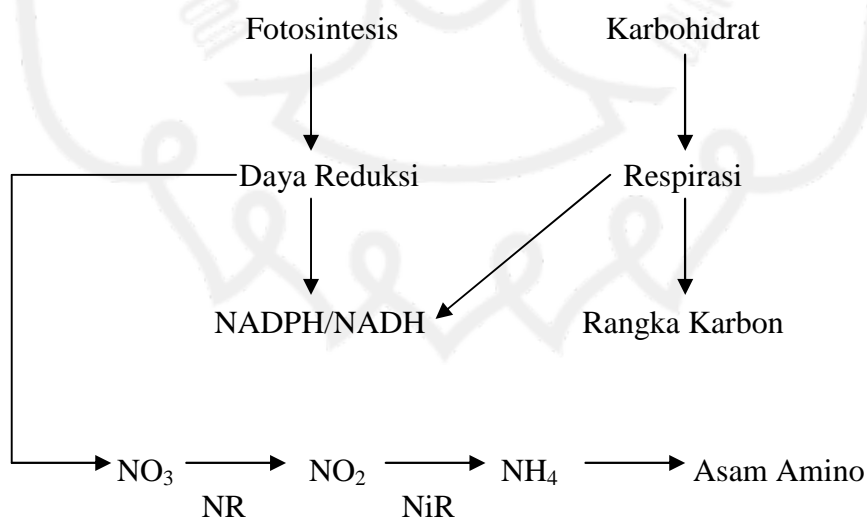
Proses glikolisis dan daur Krebs menghasilkan energi yang tersimpan dalam bentuk NADH dan FADH. Untuk menghasilkan ATP diperlukan sistem transport elektron yang berlangsung di dalam membran dalam mitokondria (Turpin dalam Dennis *et al.*, 1998). Produk esensial yang dihasilkan saat pemecahan kerangka karbon adalah asam amino untuk protein, nukleotida untuk asam nukleat dan prazat karbon untuk porfirin (klorofil, sitokrom) dan untuk lemak, sterol, karotenoid pigmen flavonoid seperti antosianin dan senyawa lain seperti lignin (Salisbury dan Ross, 1995).

4. Aktivitas Nitrat Reduktase

Sumber nitrogen pada tanaman umumnya adalah N_2 udara dan garam-garam nitrogen dari tanah yang semuanya mengalami asimilasi dalam rangka pembentukan zat-zat organik yang mengandung nitrogen. Biasanya nitrogen diserap akar-akar tumbuhan sebagai ion nitrat (NO_3^-) atau amonium (NH_4^+)

(Gardner dkk., 1991). Nitrogen merupakan elemen esensial senyawa penyusun tumbuhan. Nitrogen terdapat dalam berbagai senyawa protein tumbuhan, asam nukleat, hormon, klorofil, dan sejumlah senyawa metabolit primer maupun sekunder (Anggarwulan dan Solichatun, 2001).

Reduksi NO_3 dan NH_4 pada tanaman tingkat tinggi melalui dua proses reaksi. Reaksi pertama nitrat direduksi menjadi nitrit (NO_2^-), reaksi ini melepas satu atom oksigen sebagai H_2O dengan dikatalisis oleh enzim nitrat reduktase. Reaksi kedua nitrit direduksi menjadi amonium dengan dikatalisis oleh enzim nitrit reduktase, reaksi ini melepas dua atom oksigen dalam bentuk H_2O (Noggle dan Fritz, 1983). Tenaga untuk mereduksi nitrat dan nitrit diperoleh dari NADPH atau NADH (Bidwell, 1979). Dengan demikian terdapat hubungan antara fotosintesis, respirasi, dan reduksi nitrat (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan antara fotosintesis, respirasi, dan reduksi nitrat dalam Bidwell (1979)

Jadi dalam hal ini, nitrat reduktase merupakan kunci pertama dalam sintesis senyawa N organik.

Proses reduksi nitrat oleh tumbuhan dapat terjadi di akar dan daun (Noggle dan Fritz, 1983), kuncup daun, tunas batang (Bidwell, 1979). Aktivitas nitrat reduktase terbesar terjadi di daun yang sedang berkembang penuh, tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda. Di dalam sel, nitrat reduktase terdapat di dalam sitoplasma dan membran kloroplas (Hartiko dalam Widyastuti, 1991).

Aktivitas nitrat reduktase yang bervariasi pada tumbuhan dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam diantaranya adalah umur fisiologis jaringan, jenis tumbuhan, hormon, energi pereduksi dari fotosintesis dan respirasi, struktur anatomi organ, serta dikendalikan oleh faktor genetik (Hartiko dalam Widyastuti, 1991). Faktor luar yang mempengaruhi aktivitas nitrat reduktase diantaranya adalah nutrisi, temperatur, cahaya dan air (Armendaris *et al.*, 1991). Berdasarkan penelitian Peuke *et al.*, (2002) diketahui bahwa peningkatan konsentrasi pupuk NPK secara optimal akan meningkatkan aktivitas nitrat reduktase.

5. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan adalah proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran tanaman semakin besar dan menentukan hasil tanaman. Pertambahan ukuran tubuh tanaman secara keseluruhan merupakan hasil dari pertambahan ukuran bagian-bagian sel yang dihasilkan oleh pertambahan ukuran sel (Sitompul dan Guritno, 1995). Pertumbuhan adalah suatu peristiwa

penting yang menandai kehidupan suatu organisme. Secara sederhana pertumbuhan didefinisikan sebagai suatu penambahan massa, berat, atau volume yang tidak dapat balik (Devlin, 1975).

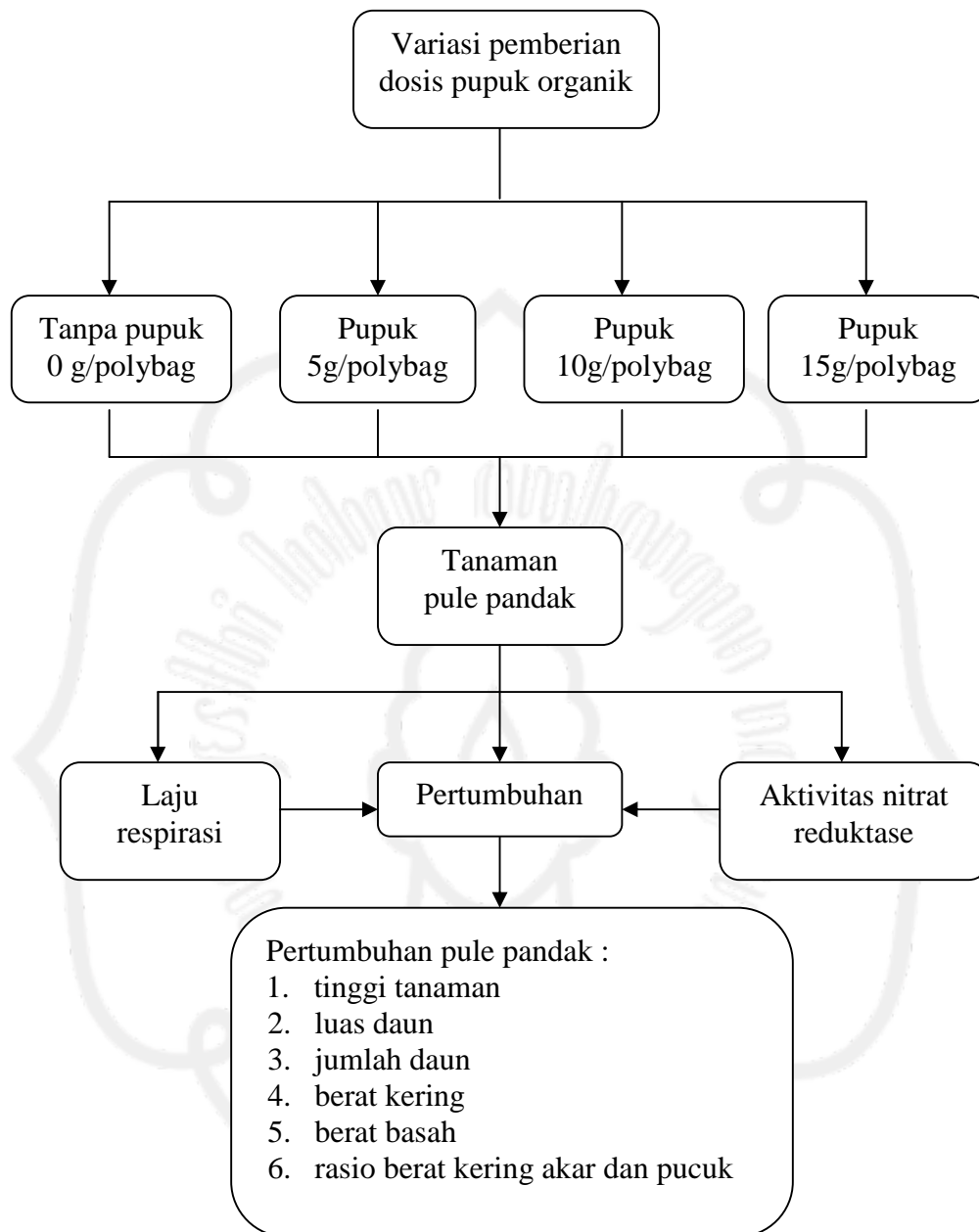
Pertumbuhan merupakan proses yang sangat terkoordinir. Pertumbuhan suatu bagian biasanya dapat menggambarkan pertumbuhan pada bagian tanaman yang lain. Pengukuran pertumbuhan harus menggambarkan adanya penambahan yang tidak dapat balik misalnya pengukuran penambahan panjang batang dan panjang daun (Anggarwulan dan Solichatun, 2001).

Kecepatan pertumbuhan dapat diukur dengan beberapa cara antara lain: mengukur tinggi tanaman, luas daun, lebar daun, berat basah dan berat kering masing-masing organ seperti akar, batang dan daun (Noggle dan Fritz, 1983). Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam berupa faktor genetik yaitu faktor yang terdapat di dalam tubuh tanaman itu sendiri. Faktor genetik menentukan kemampuan tanaman untuk dapat tumbuh dan memberikan sejumlah hasil yang maksimal. Faktor ini terdapat di dalam gen atau kromosom sel-sel tanaman sebagai pengatur terhadap sintesis enzimatis di dalam tubuh. Faktor luar yang merupakan faktor lingkungan adalah semua keadaan luar yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan tanaman yaitu tanah, air, kelembaban, intensitas cahaya, udara yang mengandung CO₂ dan O₂ serta unsur hara (Harjadi, 1983).

B. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas nitrat reduktase, laju respirasi dan pertumbuhan tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.) dengan pemberian variasi dosis pupuk organik. Pemupukan adalah usaha untuk memberikan nutrisi mineral yang mempunyai fungsi esensial dan spesifik dalam metabolisme tanaman. Pemberian pupuk dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pemberian variasi dosis pupuk organik adalah untuk mengetahui dosis pupuk organik yang paling efektif untuk menunjang dan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman. Di samping itu juga dikaji aktivitas nitrat reduktase dengan pemberian variasi dosis pupuk organik sebagai faktor fisiologis tanaman yang berkorelasi positif terhadap asupan hara N tanaman.

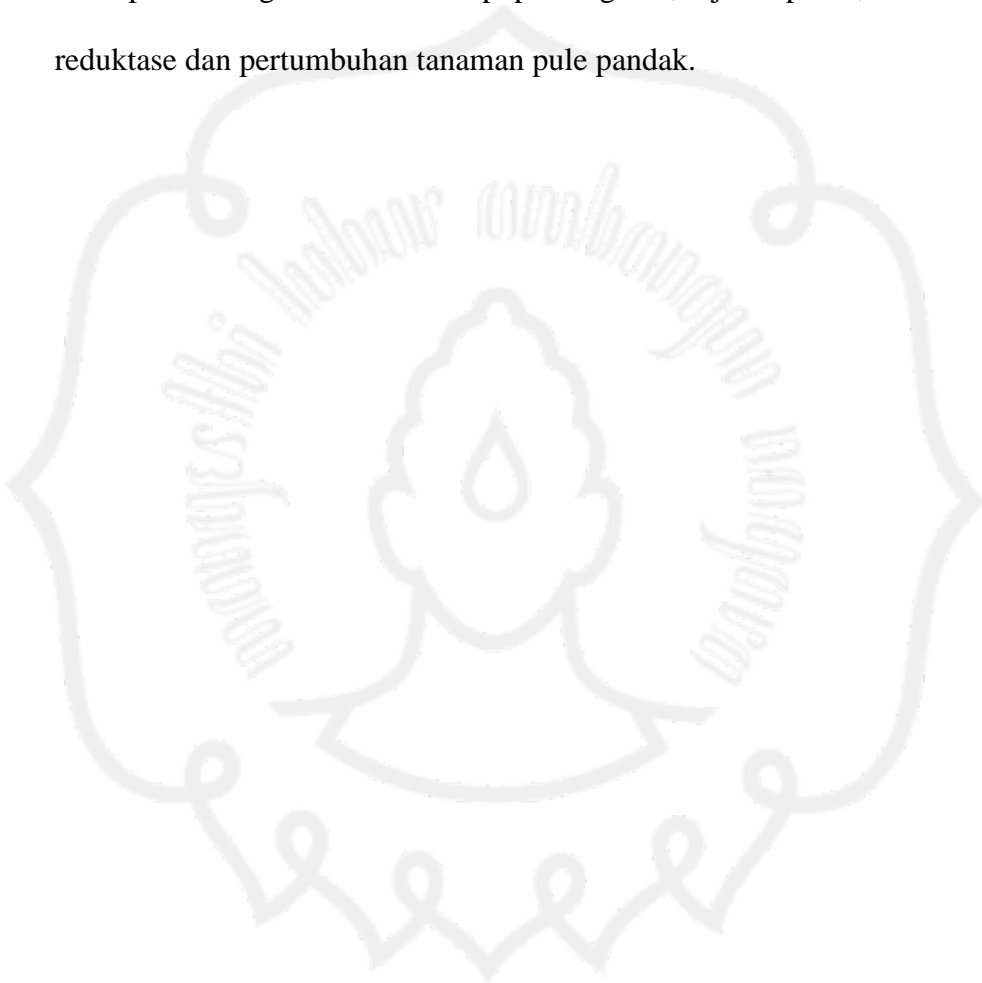
Pertumbuhan tanaman berkaitan erat dengan aktivitas nitrat reduktase sebagai proses yang dilakukan oleh tanaman agar hara N dapat diserap dan digunakan tanaman dalam menunjang pertumbuhannya. Aktivitas nitrat reduktase ini juga berkaitan erat dengan laju respirasi karena respirasi menghasilkan ATP yang digunakan dalam aktivitas nitrat reduktase. Jika laju respirasi tinggi maka energi berupa ATP yang dihasilkan juga tinggi, energi tersebut menunjang aktivitas nitrat reduktase sehingga hara N dapat diserap oleh tanaman dan digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Kerangka berpikir ini dijelaskan pada alur kerangka pemikiran (Gambar 3).



Gambar 3. Alur Kerangka Pemikiran

C. Hipotesis

1. Pemberian variasi dosis pupuk organik dapat meningkatkan laju respirasi, aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman pule pandak.
2. Terdapat hubungan antara dosis pupuk organik, laju respirasi, aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman pule pandak.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Mei 2009 di Sub Lab Biologi Laboratorium Pusat MIPA UNS Surakarta.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan untuk penanaman adalah polybag dengan ukuran 13 x 25 cm, cangkul kecil, timbangan. Alat yang digunakan untuk mengukur parameter pertumbuhan adalah penggaris, oven, gunting, kertas. Alat untuk analisis nitrat reduktase adalah cutter, tabung gelap, pipet tetes, tabung reaksi, spektrofotometer UV VIS. Alat untuk mengukur laju respirasi adalah alat PAA (*Plant Assimilation Analyzer*) merek *Horiba Plant Assimilatio Analyzer ASSA. 1610*.

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah bibit tanaman pule pandak berumur 3 bulan, tanah regosol dari daerah Boyolali, pupuk kandang dari kotoran sapi di daerah Surakarta. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam analisis nitrat reduktase adalah aquades, larutan buffer Na fosfat 0,1 M 5 ml, 0,1 ml NaNO_3 5 M, reagen pewarna 0,2 ml 0,02% larutan *naphthylethylenediamine*, 0,2 ml 1% *sulfanilic acid* dalam 3 NHCl .

C. Cara Kerja

1. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal berupa pemberian variasi dosis pupuk organik yaitu pupuk kandang dari kotoran sapi berjumlah 4 variasi yaitu :

P₁ = pupuk organik 0 g/polybag (setara dengan 0 ton/ha)

P₂ = pupuk organik 5 g/polybag (setara dengan 10 ton/ha)

P₃ = pupuk organik 10 g/polybag (setara dengan 20 ton/ha)

P₄ = pupuk organik 15 g/polybag (setara dengan 30 ton/ha) (Sulandjari, 2007).

Setiap perlakuan dilakukan dengan 6 ulangan.

2. Penyiapan Media Tanam

Tanah regosol dikeringanginkan dan diayak sebagai media tanam. Tanah diambil sebanyak 1 kg untuk masing-masing polybag yang berukuran 13 x 25 cm. Sebelum tanah dimasukkan ke dalam polybag, tanah dicampur dengan pupuk kandang sesuai dengan dosis pada rancangan percobaan.

3. Penyiapan Tanaman dan Perlakuan

- a. Bibit tanaman pule pandak yang berumur 3 bulan yang dibawa dari daerah Boyolali dibiarkan selama 1 minggu di lingkungan Laboratorium Pusat Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- b. Bibit tanaman pule pandak ditanam dalam media tanam yang telah dipersiapkan.
- c. Pemberian air dilakukan sehari sekali sebanyak 100 ml tiap polybag (Lestari, 2008).

4. Pengamatan dan Parameter Penelitian

a. Pertumbuhan Pule Pandak

- 1) Tinggi tanaman diukur mulai dari permukaan tanah sampai ujung tanaman yang tertinggi.
- 2) Pengukuran dilakukan tiap 2 minggu sekali selama 8 minggu dimulai setelah tanaman diaklimatisasi selama 1 minggu.
- 3) Tinggi tanaman dirata-rata, dan dibandingkan untuk masing-masing variasi dosis pupuk organik.
- 4) Luas daun diukur dengan menggunakan metode gravimetri pada akhir percobaan, dengan rumus :

$$LD = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

Dimana : LD = luas daun (cm²)

LK = luas kertas (cm²)

W_r = berat kertas replika daun

W_t = berat total kertas (Sitompul dan Guritno, 1995).

- 5) Jumlah daun yang terbentuk dihitung 2 minggu sekali selama 8 minggu dengan menghitung semua daun yang membuka kecuali daun yang masih kuncup.
- 6) Pengukuran berat basah dengan cara : bagian daun, tangkai, dan akar dipisahkan dan diukur beratnya masing-masing.
- 7) Pengukuran berat kering dengan cara : bagian tanaman yang sudah diukur berat basahnya, masing-masing dimasukan ke dalam kantong kertas, kemudian dioven pada suhu 60° C hingga kering, lalu ditimbang.

- 8) Pengukuran rasio berat kering akar dan pucuk dengan cara : memisahkan akar dan pucuk, kemudian menimbanginya dan menghitung rasio berat kering akar dan pucuk.
- 9) Pengukuran berat basah, berat kering serta rasio berat kering akar dan pucuk dilakukan pada akhir perlakuan yaitu setelah 8 minggu masa perlakuan.

b. Analisis Nitrat Reduktase

Analisis nitrat reduktase diukur pada akhir perlakuan yaitu setelah 8 minggu masa perlakuan dengan cara kerja sebagai berikut :

- 1) Daun ketiga dari ujung atas dicuci dengan aquades sampai bersih kemudian tulang-tulang daun dihilangkan sehingga didapat helaian daun.
- 2) Helaian daun seberat 500 mg dipotong tipis-tipis kira-kira 1mm dengan menggunakan pisau cutter yang tajam.
- 3) Potongan daun dimasukkan ke dalam larutan buffer Na fosfat 0,1 M 5 ml (campuran Na H₂PO₄ dan KH₂ PO₄ di dalam tabung gelap) dan direndam selama 24 jam.
- 4) Larutan buffer Na fosfat diganti dengan larutan buffer Na fosfat yang baru sebanyak 5 ml kemudian ditambahkan 0,1 ml KNO₃ 5 M dengan pipet dan dicatat waktunya sebagai awal inkubasi selama 2 jam.
- 5) Reagen pewarna disiapkan, terdiri dari 0,2 ml 0,02% larutan *naphthylethylenediamine* dan 0,2 ml 1% *sulfanilic acid* dalam 3N HCl.
- 6) Setelah inkubasi 2 jam diambil 0,1 ml cairan inkubasi dari tabung gelap dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi reagen pewarna. Larutan didiamkan selama 1 menit sampai terjadi warna merah muda sebagai tanda

telah terjadi reduksi nitrat menjadi nitrit oleh enzim nitrat reduktase. Satu tabung reaksi tidak diberi filtrat dan digunakan sebagai blanko. Setelah terjadi perubahan warna ditambahkan 2,5 ml aquades kemudian dipindahkan ke kuvet untuk diukur absorbansinya di dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

Aktivitas nitrat reduktase dinyatakan dalam mikromol nitrat/gram jaringan bahan tiap jam dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{ANR} = \frac{\text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi standar}} \times 50 \times \frac{1000}{\text{BB}} \times \frac{1}{\text{W}} \times \frac{1}{1000}$$

Dimana Absorbansi Standar : 0,0142

BB : Berat Basah tanaman (mg)

W : Waktu inkubasi (jam) (Hartiko dalam Listyawati, 1994).

c. Laju Respirasi

Laju respirasi diukur pada akhir perlakuan yaitu setelah 12 minggu masa perlakuan dengan menghitung jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh tanaman dengan menggunakan alat *Plant Assimilation Analyzer* (PAA) merek *Horiba Plant Assimilatio Analyzer* ASSA. 1610 sebagai berikut :

- 1) Alat PAA dinyalakan satu jam sebelum digunakan.
- 2) Polybag dimasukkan ke tempat sampel yang berjumlah 5 buah dalam *growth chamber*, satu wadah berisi satu polybag dan satu wadah disisakan untuk kontrol pengukuran.
- 3) Volume gas yang masuk distel tiap sampel pada 2 L/menit.
- 4) Dilakukan kalibrasi untuk pengukuran kadar N₂ + CO₂ dengan menggunakan tombol *zero*, *span*, dan *meas*.

- 5) Tombol *zero* digunakan untuk mengukur volume gas yang keluar setiap 0,5 liter/menit pada skala 0 untuk mengukur kadar gas N₂.
- 6) Tombol *span* digunakan untuk mengukur kadar gas N₂ + CO₂.
- 7) Tombol *meas* digunakan untuk pembacaan kadar CO₂ secara langsung dengan $(\text{CO}_2 + \text{N}_2) - \text{N}_2 = \text{CO}_2$.
- 8) Volume gas yang keluar pada 0,5 L/menit diatur untuk masing-masing sampel.
- 9) Dilakukan pengukuran kadar CO₂ dengan cara membaca pada skala satuan ppm CO₂/L/menit.

Laju respirasi = CO₂ sampel – CO₂ kontrol

Laju respirasi = ppm CO₂/L/menit

D. Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA). Uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf uji 5%. Data kualitatif disajikan secara deskriptif. Untuk mengetahui hubungan antara variasi dosis pupuk organik dengan variabel yang diukur, dilakukan analisis statistik korelasi (hubungan) $y = f(x)$ antara variasi dosis pupuk organik (x) dengan variabel yang diukur (y). Rumusnya sebagai berikut :

$$r = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{\sum x_i^2} \sqrt{\sum y_i^2}}$$

dengan r = koefisien korelasi

$$x = x_i - \bar{x}$$

$$y = y_i - \bar{y}$$

Proses analisis dibantu dengan komputer program *Microsoft Excel* menu *Correlation Data Analysis* (Supranto, 2001).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

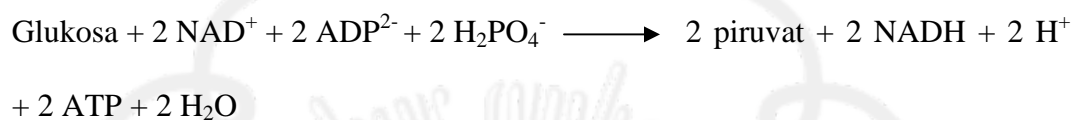
A. Laju Respirasi

Respirasi tumbuhan tinggi terjadi secara terus menerus selama tumbuhan hidup. Substansi karbon hasil fotosintesis dalam respirasi akan membentuk karbondioksida dan air yang dilepaskan ke lingkungan. Respirasi merupakan proses metabolisme yang penting karena terjadi perubahan energi yang ada dalam molekul organik menjadi suatu bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh sel yaitu dihasilkan ATP dari ADP. ATP digunakan sel untuk biosintesis senyawa dan proses-proses lainnya dalam sel (Noggle dan Fritz, 1983; Loveless, 1991).

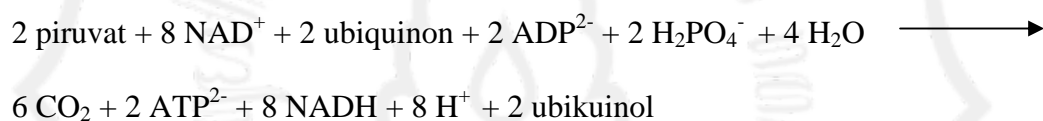
Proses respirasi terdiri dari tiga lintasan yaitu glikolisis, siklus Krebs dan oksidasi terminal (transport elektron). Semua lintasan ini digunakan dalam respirasi aerobik yang membutuhkan oksigen pada bagian ujung oksidasi terminal (*cytochrome oxidase*), dan oleh sebab itu tipe respirasi ini dikenal juga dengan istilah fosforilasi oksidatif. Lintasan glikolisis dan siklus Krebs secara bersama berfungsi sebagai mesin sel yang menjamin ketersediaan energi untuk memelihara aktivitas sel dapat terus berjalan, tetapi produksi ATP dihasilkan sebagian besar dari oksidasi terminal. Apabila oksigen tidak digunakan, maka respirasi disebut respirasi anaerobik (fermentasi) yang hanya menggunakan lintasan glikolisis dengan hasil akhir asam laktat atau etanol. Lintasan metabolisme respirasi yang banyak terjadi pada tanaman seperti organisme tingkat tinggi lainnya adalah

respirasi aerobik. Pada kondisi tertentu, respirasi anaerobik dapat terjadi karena keterbatasan penyediaan oksigen (Sitompul dan Guritno, 1995).

Respirasi terjadi di dua tempat yaitu di sitosol terjadi proses glikolisis dan di mitokondria terjadi siklus Krebs dan pengangkutan elektron. Glikolisis mengubah glukosa, glukosa-1-P, atau fruktan menjadi asam piruvat dengan keseluruhan reaksi sebagai berikut :



Dua piruvat yang dihasilkan dalam glikolisis dari tiap glukosa kemudian masuk daur Krebs dengan keseluruhan reaksi sebagai berikut :



NADH yang terdapat dalam mitokondria yang berasal dari proses glikolisis dan daur Krebs selanjutnya dioksidasi dan menghasilkan ATP. Ubiquinol yang dihasilkan oleh asam suksinat dehidrogenase dalam daur Krebs juga dioksidasi untuk menghasilkan ATP. Reaksi oksidasi ini melibatkan pengambilan O_2 dan pembentukan H_2O . NADH dan ubiquinol tidak dapat bergabung secara langsung dengan O_2 untuk membentuk H_2O , elektronnya harus ditransfer melalui beberapa senyawa antara sebelum H_2O terbentuk. Pembawa elektron ini merupakan sistem pengangkutan elektron mitokondria . Pengambilan O_2 oleh mitokondria sangat penting karena O_2 merupakan penerima elektron yang kemudian akan dihasilkan H_2O (Salisbury dan Ross, 1995).

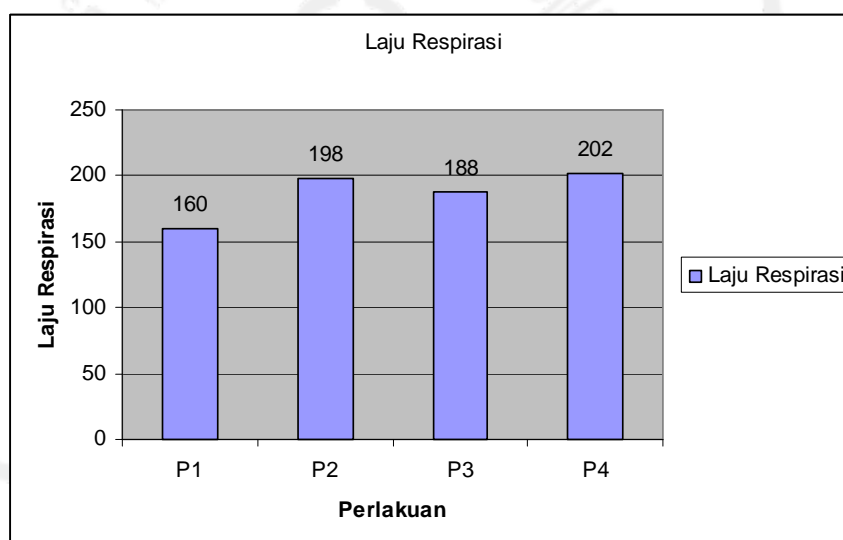
Data laju respirasi (Tabel 1 dan Gambar 4) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian variasi dosis pupuk organik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap laju respirasi tanaman pule pandak. Hal ini menunjukkan perbedaan respon tanaman terhadap variasi dosis pupuk yang diberikan sehingga nilai laju respirasi berbeda nyata.

Penelitian ini menggunakan tanah dengan kandungan nitrogen 0,27% dan kandungan nitrogen dalam pupuk organik 1,26% (Lampiran 11). Menurut Pusat Penelitian Tanah tahun 1980 kandungan nitrogen dalam tanah yang digunakan dalam penelitian ini bertaraf sedang antara 0,21% – 0,5% (Hardjowigeno, 1993). Unsur nitrogen pada jaringan tumbuhan merupakan komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya asam-asam amino. Nitrogen juga merupakan unsur penyusun protein dan enzim karena setiap molekul protein tersusun dari asam-asam amino dan setiap enzim adalah protein. Proses respirasi juga melibatkan banyak enzim-enzim yang aktif meliputi transfosforilase, karboksilase, hidrase, dan dehidrogenase sehingga unsur nitrogen sebagai penyusun enzim yang ada bermanfaat untuk membantu meningkatkan laju respirasi tanaman (Lakitan, 2007).

Tabel 1. Rerata laju respirasi pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (ppm CO₂/L/menit)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata (ppm CO ₂ /L/menit mg)
P ₁	160 ^a
P ₂	198 ^{bc}
P ₃	188 ^b
P ₄	202 ^c

- Keterangan : 1. P = konsentrasi pupuk kandang (gram) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g
 2. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak beda nyata pada taraf uji DMRT 5%



Gambar 4. Rerata laju respirasi pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (ppm CO₂/L/menit)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15g

Pemberian dosis pupuk organik 15 g diperoleh hasil yang paling tinggi yaitu 202 ppm CO₂/L/menit dan hasilnya semakin kecil pada pemberian pupuk organik 10 g, 5 g, dan juga kontrol (Tabel 1 dan Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pemberian dosis pupuk organik maka laju respirasinya juga

semakin tinggi disebabkan oleh keberadaan nitrogen yang ada juga semakin meningkat. Ketersediaan nitrogen akan mempengaruhi terbentuknya enzim-enzim yang dibutuhkan untuk proses respirasi. Hasil penelitian ini didukung dengan hasil analisis korelasi (r) (Lampiran 9) antara pemberian variasi dosis pupuk organik dengan laju respirasi yaitu sebesar 0,758. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat antara pemberian variasi dosis pupuk organik dengan laju respirasi. Arah korelasinya adalah positif karena r bernilai positif, hal ini berarti semakin tinggi pemberian pupuk organik semakin tinggi pula nilai laju respirasinya. Hasil ini sesuai juga dengan penelitian yang dilakukan Megasari (2008) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk N dapat meningkatkan laju respirasi tanaman jagung (*Zea mays*) dibanding tanpa pemupukan N.

Faktor yang mempengaruhi laju respirasi berasal dari tanaman itu sendiri dan juga faktor lingkungan. Faktor dari dalam tanaman antara lain jumlah plasma dalam sel, struktur fisikokimia dari protoplasma, macam dan banyaknya enzim respirasi yang ada dalam plasma dan jumlah substrat respirasi dalam sel. Faktor lingkungan yang mempengaruhi respirasi antara lain suhu, kadar O_2 dan CO_2 , cahaya, pelukaan dan pengaruh mekanis (Salisbury dan Ross, 1995; Suwasono, 1990).

Suhu tinggi dapat meningkatkan laju respirasi. Suhu yang semakin meningkat bisa disebabkan karena aktivitas mikroorganisme yang merombak pupuk organik menjadi unsur yang lebih mudah diserap oleh tanaman. Laju respirasi juga dipengaruhi cahaya. Cahaya meningkatkan proses fotosintesis dan meningkatkan fotosintat sebagai substrat respirasi sehingga laju respirasi

meningkat. Cahaya selanjutnya dapat pula meningkatkan suhu sehingga dalam hal ini waktu pengukuran mempunyai pengaruh besar karena terjadi peningkatan suhu antara pagi dan siang hari. Proses pengukuran laju respirasi juga menyebabkan tindakan mekanis. Tindakan mekanis dengan menggoyang-goyangkan tanaman dapat meningkatkan laju respirasi. Selain itu jaringan meristematis muda yang sel-selnya masih penuh dengan plasma mempunyai laju respirasi yang lebih besar daripada jaringan yang lebih tua yang jumlah plasmanya lebih sedikit sehingga laju respirasi dapat mengalami penurunan seiring meningkatnya umur tanaman (Dwidjoseputro, 1994).

B. Analisis Nitrat Reduktase

Tumbuhan umumnya membutuhkan zat-zat hara yang terdiri dari unsur-unsur makro dan mikro dari tanah dan udara. Kebanyakan tumbuhan tersebut membutuhkan nitrogen dari tanah dan udara dalam bentuk nitrat dan amonium. Walaupun demikian kemampuan penggunaan senyawa-senyawa tersebut tidak sama antar tiap spesies. Hal ini disebabkan sifat-sifat enzim dalam metabolisme nitrogen tidak sama dan diatur secara genetik (Hartiko dalam Hartanto, 1992).

Peningkatan kadar nitrogen akan meningkatkan proses reduksi nitrat yang terjadi dalam dua reaksi yang berbeda. Reaksi pertama dikatalis oleh nitrat reduktase yaitu enzim yang akan mengangkut dua elektron dari NADH atau NADPH dan akan menghasilkan nitrit. Tingkat nitrit yang tinggi akan meningkatkan aktivitas nitrat reduktase. Reaksi kedua dari keseluruhan proses

reduksi nitrat adalah pengubahan nitrit menjadi amonium (NH_4^+) (Oaks dalam Planchett, 2004).

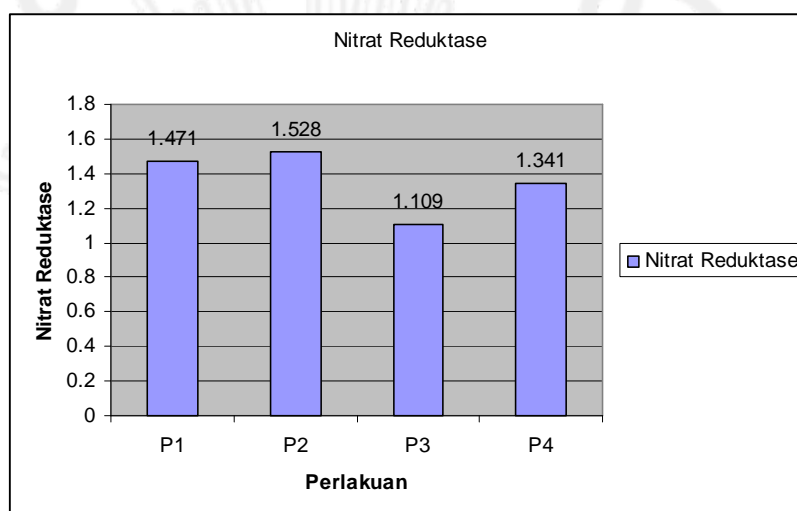
Nitrat reduktase merupakan enzim yang penting dalam rantai reduksi nitrat menjadi amonium yang berguna dalam pembentukan asam amino, protein dan senyawa-senyawa lain yang mengandung unsur N (Levitt, 1980). Jumlah enzim nitrat reduktase dalam suatu organisme ditentukan berbagai faktor lingkungan dan nutrisi. Tumbuhan yang berada dalam lingkungan yang kaya nitrat akan memiliki jumlah enzim nitrat yang banyak, tetapi jumlah enzim akan berkurang jika berada dalam lingkungan yang banyak mengandung ion amonium (Linbald dan Guerrero, 1993). Produk dari nitrat reduktase yang membantu mengkatalisasi proses reduksi nitrat adalah amonium. Jika jumlah produk terus meningkat melampaui tingkat kebutuhan sel maka produk tersebut akan menjadi penghambat. Banyak enzim yang akan menjadi tidak aktif sampai produk dari senyawa akhir jumlahnya berkurang. Mekanisme ini disebut mekanisme umpan balik sebagai suatu mekanisme yang cepat dan sensitif untuk menghindari sintesis yang berlebihan dari suatu produk akhir (Lakitan, 2007).

Analisis nitrat reduktase dilakukan pada akhir perlakuan yaitu setelah 8 minggu masa perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada beda nyata antara perlakuan (Tabel 2 dan Gambar 5).

Tabel 2. Rerata hasil analisis nitrat reduktase pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan ($\mu\text{mol nitrat/g}$)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata ($\mu\text{mol nitrat/g}$)
P ₁	1.471
P ₂	1.528
P ₃	1.109
P ₄	1.341

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 5. Rerata analisis nitrat reduktase pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan ($\mu\text{mol nitrat/g}$)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15g

Hasil analisis sidik ragam (Anava) (Lampiran 8) menunjukkan hasil yang tidak signifikan kemungkinan disebabkan oleh variasi dosis pupuk organik yang diberikan belum mempengaruhi aktivitas nitrat reduktase tanaman. Kandungan nitrogen dalam tanah ditambah pemberian dosis pupuk organik yang diberikan belum dapat meningkatkan aktivitas nitrat reduktase tanaman secara nyata.

Penelitian Delita dkk. (2008) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap aktivitas nitrat reduktase dengan diiringi pemberian ZPT 2,4-D terhadap tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Delita (2006) menunjukkan bahwa ZPT 2,4-D dengan konsentrasi 1 ppm meningkatkan serapan N pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.).

Variasi dosis pupuk organik dalam penelitian ini sudah berpengaruh signifikan terhadap laju respirasi, namun dalam aktivitas nitrat reduktase belum dapat berpengaruh secara nyata. Hal ini karena hasil respirasi yang menjadi energi untuk aktivitas nitrat reduktase bukan merupakan faktor tunggal yang mempengaruhi aktivitas nitrat reduktase. Banyak faktor yang mempengaruhi aktivitas nitrat reduktase, baik faktor dalam (umur fisiologis jaringan, jenis tumbuhan, hormon, energi pereduksi dari fotosintesis dan respirasi, struktur anatomi organ dan faktor genetik) dan faktor luar (nutrisi, temperatur, cahaya dan air) (Hartiko dalam Widyastuti, 1991; Armendaris dkk., 1991). Akumulasi nitrat pada tanaman berhubungan dengan karakter genetik dan pengaturan beberapa faktor misalnya pemupukan nitrogen. Kandungan nitrat pada jaringan tanaman tergantung pada cara pemupukan N dan proses reduksi nitrat oleh enzim nitrat reduktase di dalam tanaman (Lastra, *et al.*, 2009).

Aktivitas nitrat reduktase juga dipengaruhi keberadaan ion nitrat atau amonium yang diserap oleh akar-akar tumbuhan. Penelitian ini menggunakan tanah dengan kandungan nitrogen tanah bertaraf sedang (0,27%) dengan penambahan pupuk organik dengan kandungan nitrogen 1,26%. Kandungan

nitrogen yang ada belum bisa menunjukkan hasil analisis nitrat reduktase yang berbeda nyata bagi tiap perlakuan. Rerata tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk organik 5 g dengan hasil analisis nitrat reduktase lebih tinggi daripada kontrol, namun hasil analisis nitrat reduktase menurun seiring dengan penambahan dosis pupuk organik. Dosis pupuk organik 5 g ini bisa digunakan sebagai dosis anjuran untuk meningkatkan aktivitas nitrat reduktase tanaman pule pandak.

C. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan didefinisikan sebagai pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran) yang memerlukan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat dibalik (Noggle and Fritz, 1983). Dalam pertumbuhannya, tanaman membutuhkan substrat yang sesuai untuk disintesis. Substrat tersebut dapat dibatasi pada bahan anorganik dan unsur seperti karbondioksida, unsur hara, air, dan radiasi sinar matahari yang diolah menjadi bahan organik dan diukur secara sederhana dengan penambahan bobot keseluruhan tanaman yang dipanen dan parameter lain (Sitompul dan Guritno, 1995).

Secara umum hasil analisis pertumbuhan tanaman pule pandak setelah pemberian perlakuan pupuk organik tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pemberian pupuk organik belum optimal baik secara kualitas maupun kuantitas. Pupuk organik merupakan pupuk alam yang kandungan haranya belum diukur secara pasti seperti pupuk buatan pabrik,

sehingga dalam penggunaannya banyak dipengaruhi oleh berbagai macam faktor untuk dapat mempengaruhi pertumbuhan secara signifikan. Dalam penelitian ini pupuk kandang dicampur dengan tanah sebelum perlakuan dan pemberian pupuk hanya dilakukan sekali selama masa percobaan sehingga kemungkinan pupuk belum berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman sebagian besar dipengaruhi oleh unsur N karena unsur N merupakan unsur penyusun protein dan enzim. Nitrogen juga terkandung dalam klorofil, hormon sitokinin, dan auksin. Penyerapan hara N yang terkandung dalam pupuk kandang bergantung terhadap cara pemupukan N dan reduksi enzim di dalam tanaman (Lakitan, 2007; Lastra *et al.*, 2009).

Pertumbuhan juga dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi (1) gen dan hormon, (2) kandungan klorofil, karoten, dan kandungan pigmen lain yang mempengaruhi laju fotosintesis, (3) aktivitas enzim yang mempengaruhi seluruh proses metabolisme. Faktor eksternal meliputi (1) iklim (cahaya, temperatur, panjang hari), (2) tekstur tanah (tekstur tanah, bahan organik, kapasitas pertukaran ion, pH), (3) biologis (gulma, serangga, organisme, mikoriza) (Gardner *dkk.*, 1991; Anggarwulan dan Solichatun, 2001). Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi faktor lingkungan. Respon tanaman terhadap pengaruh lingkungan sangat bervariasi menurut spesies dan interaksi faktor-faktor lainnya (Fitter dan Hay, 1998).

Pertumbuhan yang tidak signifikan kemungkinan juga disebabkan oleh tingkat efisiensi fotosintesis yang rendah. Bahan-bahan organik yang telah dirombak oleh tanaman belum tentu dapat digunakan semuanya untuk

pertumbuhan tanaman, namun biomassa yang terbentuk justru menjadi CO₂ yang dibebaskan. Hal ini disebabkan karena meningkatnya intensitas cahaya yang disebut fotorespirasi. Fotorespirasi merupakan proses pembuangan energi dengan hasil akhir penurunan efisiensi asimilasi karbon, sehingga proses ini tidak menghasilkan ATP. Tumbuhan melakukan proses fotorespirasi untuk mencegah fotoinhibisi yang mengakibatkan reduksi CO₂ menjadi radikal bebas yang akan menghancurkan pusat reaksi. Fotorespirasi ini terjadi pada semua spesies C₃. Famili Apocynaceae, Cucurbitaceae, Mimosaceae, Sapotaceae dan lain-lain termasuk jenis tanaman C₃. Tanaman C₃ memiliki laju respirasi yang lebih cepat pada saat terang dan menyebabkan hilangnya seperempat sampai sepertiga CO₂ yang sedang dihambat oleh fotosintesis, sehingga terjadi penurunan laju fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1995). Menurut penelitian Nasarudin dkk. (2006), laju fotosintesis yang terhambat karena fotorespirasi menyebabkan rendahnya pertumbuhan kakao (*Theobroma cacao* L.) baik pada tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang dan total luas daun.

1. Tinggi Tanaman

Pertambahan tinggi tanaman merupakan perubahan atau pertambahan volume (ukuran) pada batang yang merupakan hasil pembesaran sel ke satu dimensi (vertikal) yaitu ke arah memanjang sehingga tanaman bertambah tinggi (Salisbury dan Ross, 1995).

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang paling sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan

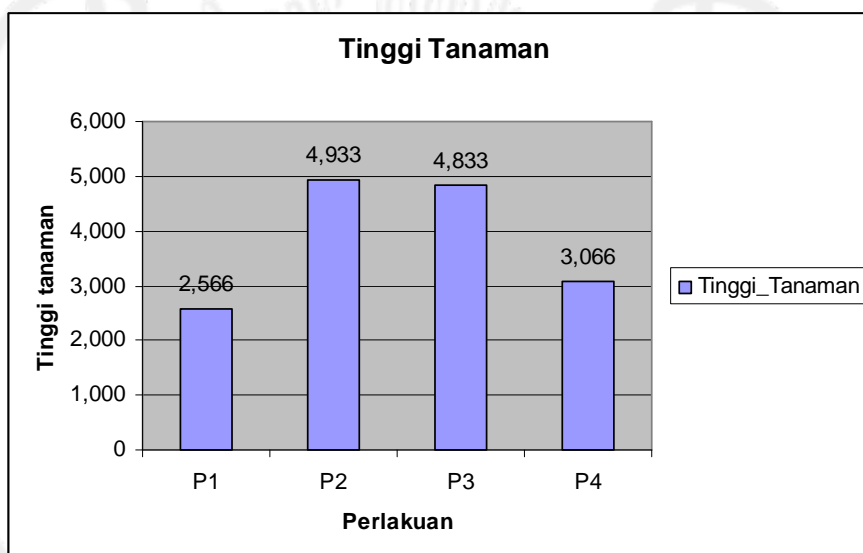
untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Hal ini dilakukan karena tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat. Sebagai parameter pengaruh lingkungan, tinggi tanaman sensitif terhadap faktor lingkungan (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu masa penelitian. Hasil analisis anava terhadap tinggi tanaman pule pandak tidak memberikan pengaruh secara signifikan (Tabel 3 dan Gambar 6). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pemberian dosis pupuk organik belum optimal untuk meningkatkan tinggi tanaman. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh waktu perlakuan yang singkat dan pemberian pupuk yang dilakukan hanya sekali selama masa penelitian. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan Mardani (2006) selama 2 bulan tentang pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jambu mete. Pada penelitian Maisyaroch (2007) tentang aplikasi pupuk kandang terhadap tanaman jati (*Tectona grandis* L.) menunjukkan bahwa pupuk kandang dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman jati. Penelitian terhadap tanaman jati ini dilakukan selama 8 bulan dengan pemberian pupuk kandang 3 ulangan selama masa penelitian.

Tabel 3. Rerata tinggi tanaman pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (cm)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata (cm)
P ₁	2,566
P ₂	4,933
P ₃	4,833
P ₄	3,066

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 6. Rerata tinggi tanaman pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (cm)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g

Pada perlakuan pemberian pupuk organik memberikan peningkatan terhadap tinggi tanaman dibandingkan kontrol. Perlakuan 5 g pupuk organik sebagai hasil rerata tertinggi yaitu 4,933 cm, selanjutnya diikuti oleh perlakuan 10 g pupuk dengan hasil rerata 4,833 cm dan perlakuan 15 g pupuk dengan hasil 3,066 cm. Hasil rerata ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dapat

meningkatkan tinggi tanaman pule pandak. Dosis 5 g dapat dijadikan sebagai dosis anjuran untuk meningkatkan tinggi tanaman karena dari hasil yang diperoleh diketahui dosis 5 g dapat bekerja optimal dalam meningkatkan tinggi tanaman dengan memberikan hasil yang paling tinggi dibanding dosis yang lain. Pemberian pupuk organik dari kotoran sapi, ayam dan cacing ke dalam tanah dapat meningkatkan kadar hara dalam tanah (Muku, 2002). Fungsi N secara langsung berperan dalam pembentukan protein dan memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman (Mulat, 2003).

Hasil analisis korelasi (r) (Lampiran 10) didapat korelasi antara pemberian variasi dosis pupuk organik dengan tinggi tanaman adalah -0.035. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang tidak kuat antara pemberian variasi dosis pupuk organik dengan tinggi tanaman, sedangkan arah hubungan adalah negatif karena nilai r negatif, berarti semakin tinggi pupuk tidak mempengaruhi tinggi tanaman. Hasil rerata tinggi tanaman meningkat dalam takaran dosis tertentu saja (pemberian dosis pupuk organik 5 g), namun hasilnya mengalami penurunan jika takaran dosis pupuk yang diberikan bertambah (pemberian dosis pupuk organik 10 g dan 15 g). Hasil ini sesuai dengan penelitian Sulandjari (2007), diketahui bahwa pemberian pupuk organik pada *R. serpentina* Benth dengan dosis 0 t ha⁻¹ sampai 20 t ha⁻¹ dapat meningkatkan semua variabel pertumbuhan, namun peningkatan takaran pupuk organik dari 20 t ha⁻¹ sampai 40 t ha⁻¹ peningkatannya tidak berarti.

2. Luas Daun

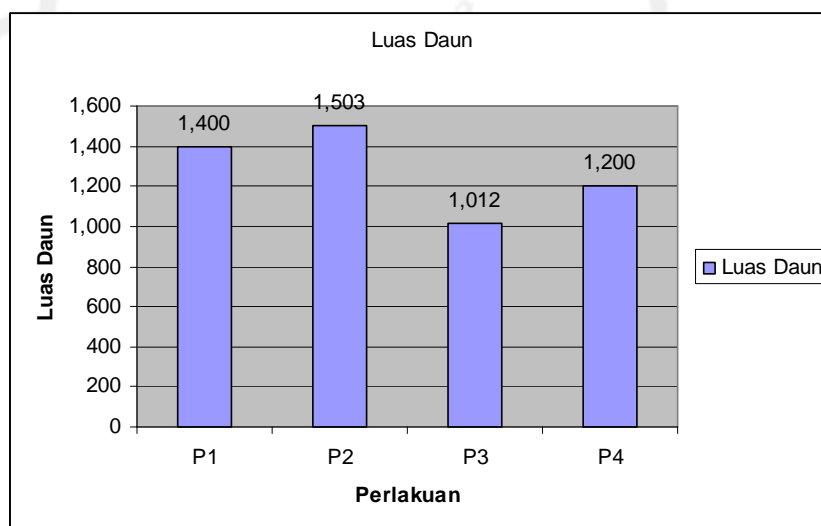
Daun secara umum dipandang sebagai organ produsen fotosintat utama sekalipun proses fotosintesis dapat berlangsung pada bagian lain tanaman. Pengamatan daun sangat diperlukan selain sebagai indikator pertumbuhan juga sebagai data penunjang untuk menjelaskan proses pertumbuhan yang terjadi seperti pada pembentukan biomassa tanaman. Luas daun merupakan pilihan parameter utama, karena laju fotosintesis per satuan tanaman sebagian besar ditentukan oleh luas daun. Pilihan ini didasarkan atas fungsi daun sebagai penerima cahaya dan alat fotosintesis (Sitompul dan Guritno, 1995).

Luas daun dihitung dengan metode gravimetri pada akhir perlakuan yaitu setelah 8 minggu masa perlakuan. Dari data luas daun (Tabel 4 dan Gambar 7) diperoleh hasil analisis sidik ragam (Anava) (Lampiran 2) yang tidak signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pemberian pupuk organik belum optimal sehingga pemberian pupuk perlu dilakukan secara berulang dalam waktu yang lama agar pengaruh pupuk dapat terlihat secara nyata. Hasil penelitian Maisyaroch (2007) menunjukkan pengaruh signifikan terhadap luas daun jati setelah pemberian pupuk kandang selama 8 bulan dengan pemberian 3 ulangan selama masa penelitian.

Tabel 4. Rerata luas daun pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (cm^2)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata (cm^2)
P ₁	1,400
P ₂	1,503
P ₃	1,012
P ₄	1,200

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 7. Rerata luas daun pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (cm^2)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g

Dalam penelitian Kastono dkk. (2005), menyatakan bahwa pemberian pupuk urea (N) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap luas daun tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus* Benth.). Penelitian Mardani (2006) juga menunjukkan hal yang sama, perlakuan dengan pupuk organik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L.). Menurut Nyakpa *et al.* (1988) bahwa pengaruh yang tidak nyata dari perlakuan dosis pupuk urea dapat terjadi karena unsur-unsur

hara termasuk nitrogen yang terdapat dalam tanah tidak terlepas dari proses imobilisasi oleh lempung serta unsur hara lainnya. Oleh karenanya untuk menjadi unsur hara tersedia bagi tanaman memerlukan waktu yang cukup lama.

3. Jumlah Daun

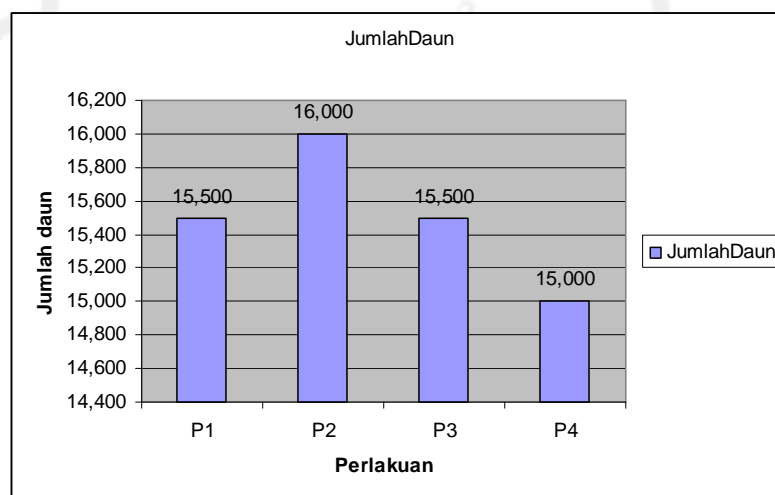
Jumlah dan ukuran daun dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Posisi daun pada tanaman yang dikendalikan oleh genotip mempunyai pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan daun (Gardner *et al.*, 1991).

Penambahan jumlah daun diduga karena meningkatnya pembelahan sel-sel primordia daun dan diferensiasi sel ujung batang (Hidayat, 1995). Daun sebagai alat fotosintesis akan dapat berperan secara optimal jika didukung oleh ketersediaan air, cahaya, dan unsur-unsur hara yang cukup (Salisbury dan Ross, 1995; Loveless, 1991). Jumlah daun dihitung setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu masa perlakuan. Data rerata jumlah daun tanaman pule pandak (Tabel 5 dan Gambar 8) menunjukkan hasil yang tidak signifikan setelah dilakukan analisis sidik ragam (Anava) (Lampiran 3). Pemberian variasi dosis pupuk organik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada tiap perlakuan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pemberian pupuk yang belum optimal sehingga perlu dilakukan variasi dengan perlakuan yang lain seperti inokulasi mikroba atau penambahan bakteri yang menstimulasi terserapnya hara dengan lebih baik.

Tabel 5. Rerata jumlah daun pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata
P ₁	15,5
P ₂	16
P ₃	15.5
P ₄	15

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 8. Rerata jumlah daun pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g

Penelitian Rosniawaty (2007) tentang pengaruh pupuk organik dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) menunjukkan bahwa pemberian pupuk tidak berpengaruh secara nyata terhadap jumlah daun bibit kakao. Menurut Istiana (2007) takaran dan cara aplikasi pupuk N tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun tanaman karena jumlah daun lebih dipengaruhi oleh faktor genetik. Pada penelitian Maisyaroch (2007) pemberian variasi dosis pupuk kandang berpengaruh terhadap jumlah daun jati setelah diberi

tambahan perlakuan berupa macam-macam bakteri Fitostimulan yaitu bakteri *Bacillus*, bakteri *Klebsiella*, dan bakteri *Pantoea*. Penelitian Purwaningsih (2004) menunjukkan pemberian pupuk N berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman *Acacia mangium* setelah diberi tambahan perlakuan dengan inokulasi mikroba.

4. Berat Basah

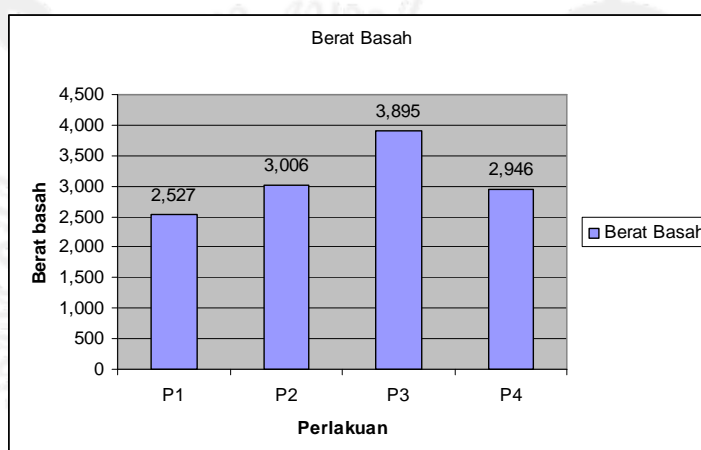
Berat basah tanaman merupakan salah satu parameter untuk menggambarkan biomassa tanaman. Pertambahan berat basah tanaman dilakukan dengan memanen seluruh atau sebagian tanaman, dan menimbanginya cepat-cepat sebelum air terlalu banyak menguap dari bahan tersebut (Salisbury dan Ross, 1995).

Berat basah dihitung pada akhir perlakuan yaitu setelah 8 minggu masa perlakuan. Hasil analisis sidik ragam (Anava) (Lampiran 4) diketahui bahwa perlakuan pemberian variasi dosis pupuk organik tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat basah tanaman pule pandak. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pemberian pupuk organik yang belum optimal. Namun hasil rerata berat basah (Tabel 6 dan Gambar 9) menunjukkan bahwa hasil berat basah dengan perlakuan pupuk organik lebih tinggi daripada kontrol.

Tabel 6. Rerata berat basah pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (g)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata (g)
P ₁	2,527
P ₂	3,006
P ₃	3,895
P ₄	2,946

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 9. Rerata berat basah pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (g)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g

Berat basah tanaman selain dipengaruhi oleh unsur hara juga dipengaruhi oleh kadar air jaringan. Kadar air yang masuk ke dalam jaringan dipengaruhi oleh tekstur tanah (Salisbury dan Ross, 1995). Penelitian ini menggunakan tanah regosol, menurut Sulandjari (2008), tanah regosol mempunyai tekstur tanah yang berlempung dan kurang subur. Tekstur tanah ditentukan oleh ukuran partikel-partikel tanah. Tekstur tanah mempengaruhi berat basah tanaman dengan dua cara, yaitu dengan kemampuannya untuk menahan air di dalam tanah yang

kemudian akan diserap oleh tanaman dan dengan kemampuan tanah menyerap ion amoniak yang dihasilkan oleh unsur hara nitrogen. Tanah lempung mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi serta kemampuan yang tinggi untuk menyerap ion amoniak berbahaya yang dihasilkan oleh unsur hara nitrogen (Deibert, 2000).

5. Berat Kering

Berat kering adalah parameter yang penting untuk mengetahui pertumbuhan suatu tanaman. Berat kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa anorganik terutama air dan karbondioksida (Lakitan, 1996).

Pertumbuhan sebagai pertambahan dalam bahan lebih akurat bila dinyatakan dalam berat kering, baik tanaman secara keseluruhan maupun bagiannya. Berat basah atau berat segar suatu waktu akan mengalami perubahan besar dalam status airnya yang bisa berubah-ubah dalam sehari. Saat jaringan yang lebih tua mengering, terjadilah kehilangan berat segar yang besar karena kehilangan air. Sebesar 90% bahan kering tanaman adalah hasil fotosintesis, sehingga analisis pertumbuhan dinyatakan dengan berat kering terutama untuk mengukur kemampuan tumbuhan sebagai penghasil fotosintat (Goldsworthy dan Fisher, 1992).

Peningkatan berat kering terjadi karena meningkatnya laju fotosintesis berupa fotosintat yang merupakan hasil akhir dari proses metabolisme. Produk akhir dari proses fotosintesis adalah karbohidrat. Karbohidrat merupakan materi

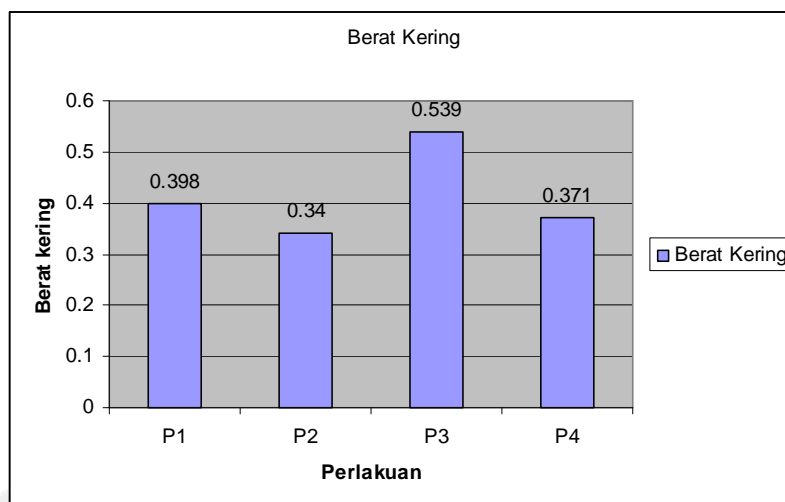
dasar penyusun materi organik dalam sel tanaman, seperti senyawa-senyawa struktural, metabolik dan cadangan makanan yang penting. Bagian-bagian sel tanaman seperti sitoplasma, inti sel, dan dinding sel tersusun atas materi organik tersebut. Proses ini mengakibatkan akumulasi berat kering (Salisbury dan Ross, 1995).

Hasil analisis sidik ragam (Anava) (Lampiran 5) diketahui bahwa perlakuan pemberian variasi dosis pupuk organik memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap berat kering tanaman pule pandak. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pemberian asupan nutrisi yang kurang optimal. Unsur hara yang ada dalam tanah dan pupuk organik belum dapat meningkatkan biomassa tanaman secara signifikan.

Tabel 7. Rerata berat kering pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (g)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata (g)
P ₁	0.398
P ₂	0.340
P ₃	0.539
P ₄	0.371

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 10. Rerata berat kering pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (g)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g

Hasil rerata berat kering pule pandak (Tabel 7 dan Gambar 10) menunjukkan pada pemberian dosis pupuk organik 10 g diperoleh hasil yang paling tinggi yaitu 0,539 g dibandingkan perlakuan yang lain dan juga kontrol, namun hasil rerata bobot kering menurun pada pemberian dosis pupuk organik 15 g. Pada pemberian dosis pupuk organik 10 g bekerja optimal dalam peningkatan berat kering tanaman pule pandak dibandingkan dengan pemberian pada dosis yang lain. Penelitian Sulandjari (2007) terhadap *R. serpentina* Benth yang menyatakan bahwa peningkatan pupuk organik 0 t ha⁻¹ sampai 20 t ha⁻¹ meningkatkan bobot kering akar dan kadar reserpin, namun peningkatan takaran pupuk organik 20 t ha⁻¹ sampai 40 t ha⁻¹ memberikan peningkatan yang tidak berarti.

6. Rasio Berat Kering Pucuk dan Akar

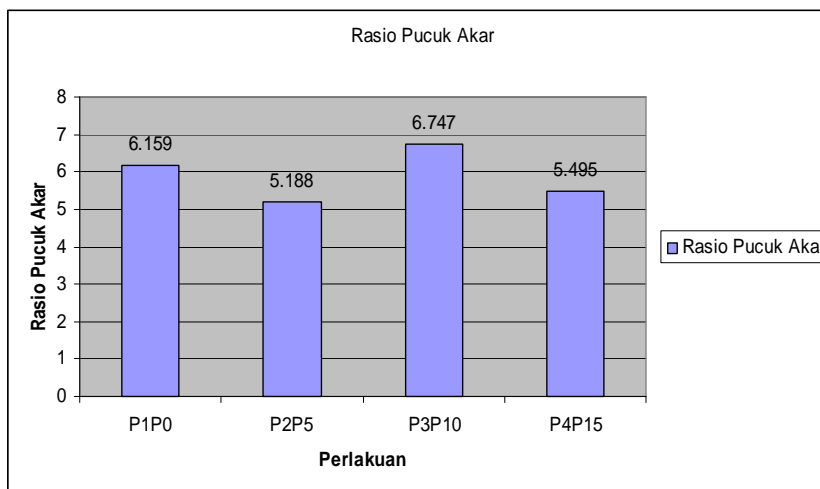
Pertumbuhan akar dan pucuk saling tergantung satu sama lain. Pertumbuhan akan tergantung suplai karbohidrat dan hormon dari tajuk, sedangkan akar berperan menyediakan bahan organik (Kramer, 1983). Tanaman yang berada pada kondisi kekurangan air dan unsur hara membentuk akar yang lebih banyak yang mungkin ditujukan untuk meningkatkan serapan yang menghasilkan rasio tajuk akar yang rendah (Sitompul dan Guritno, 1995). Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa rasio akar dan pucuk tanaman merupakan alometri dari pertumbuhan ujung dan pertumbuhan akar. Rasio akar dan pucuk dapat menggambarkan salah satu tipe toleransi terhadap kekeringan.

Data rasio berat kering pucuk dan akar pule pandak (Tabel 8 dan Gambar 11) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata setelah diuji dengan Anava (Lampiran 6). Rasio paling tinggi dicapai oleh tanaman dengan perlakuan pemberian pupuk organik 10 g dibandingkan perlakuan yang lain dan juga kontrol.

Tabel 8. Rerata rasio berat kering pucuk dan akar pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (g)

Perlakuan Variasi Dosis Pupuk Organik	Rerata (g)
P ₁	6,159
P ₂	5,188
P ₃	6,747
P ₄	5,495

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) P₁ = 0 g, P₂ = 5 g, P₃ = 10 g, P₄ = 15 g



Gambar 11. Rerata rasio berat kering pucuk dan akar pule pandak (*R. verticillata*) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik pada umur 8 minggu setelah perlakuan (g)

Keterangan : P = konsentrasi pupuk kandang (g) $P_1 = 0$ g, $P_2 = 5$ g, $P_3 = 10$ g, $P_4 = 15$ g

Hasil sidik ragam (Anava) yang tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap rasio berat kering pucuk dan akar tanaman pule pandak kemungkinan disebabkan oleh faktor genetik dan juga lingkungan. Penelitian ini sesuai dengan Gardner *et al.* (1991) yang menyatakan bahwa rasio berat kering akar dan pucuk dikendalikan oleh faktor genetik dan juga dipengaruhi oleh lingkungan yang kuat. Pada kondisi tersebut tanaman mendapatkan asupan hara nitrogen yang lebih optimal dibandingkan perlakuan yang lain, sehingga pertumbuhan tajuknya lebih tinggi daripada perlakuan yang lain. Pertumbuhan tajuk yang tinggi ini menyebabkan nisbah tajuk akar yang tinggi juga.

Tumbuhan yang banyak mendapatkan nitrogen biasanya mempunyai sistem akar yang kerdil sehingga nisbah tajuk akarnya tinggi (nisbah ini kecil bila kurang nitrogen). Tanaman kentang yang mendapat nitrogen berlimpah

menunjukkan pertumbuhan tajuk yang berlebihan, tapi umbinya kecil-kecil (Salisbury dan Ross, 1995).

Kandungan nitrogen yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan pucuk, sedangkan pertumbuhan akar lebih berkembang apabila faktor nitrogen dalam kondisi terbatas. Akar membutuhkan nutrisi mineral yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya karena letaknya yang lebih dekat terhadap sumber dibandingkan pucuk. Akar mempunyai kesempatan pertama untuk mendapatkan mineral maupun air. Akar mempunyai kesempatan terakhir untuk mendapatkan hasil asimilasi yang terbentuk di pucuk. Defisiensi air dan mineral kurang mempengaruhi akar dibandingkan pucuk. Pertumbuhan ujung baru dirangsang oleh nitrogen yang merupakan tempat pemanfaatan hasil asimilasi yang lebih kuat dibandingkan dengan akar (Gardner *et al.*, 1991).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Perlakuan pemberian variasi pupuk organik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan laju respirasi tanaman pule pandak.
2. Perlakuan pemberian variasi pupuk organik tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan aktivitas nitrat reduktase tanaman pule pandak.
3. Perlakuan pemberian variasi pupuk organik tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman pule pandak.

B. Saran

1. Perlu adanya penambahan parameter lain yang lebih beragam (contohnya laju pertumbuhan, laju fotosintesis, kadar klorofil, kadar karotenoid, kadar N total jaringan dan lain-lain) agar dapat diketahui pengaruh perlakuan secara komprehensif terhadap tanaman.
2. Perlu adanya perlakuan dengan variasi jenis pupuk organik dan pemberian pupuk organik secara berulang sehingga diharapkan dapat diperoleh komposisi kebutuhan nutrisi tanaman pule pandak yang tepat dari bahan-bahan organik dan asupan hara dapat terpenuhi secara berkesinambungan

DAFTAR PUSTAKA

- Akpanabiatu, M. I., I. B. Umoh, E. E. Edet, T. Ekanem, S. Ukaffia, and J. I. Ndem. 2009. Effects of Interaction of Vitamin A and *Rauvolfia vomitoria* Root Bark Extract on Marker Enzymes of cardiac Diseases. *Indian Journal of Clinic Biochemistry*. 24 (3) : 241-244.
- Anggarwulan, E. dan Solichatun. 2001. *Fisiologi Tumbuhan*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS. Surakarta.
- Anonim. 2008. Sarpagandha (*Rauvolfia verticillata* Lour.). Family Apocynaceae. <http://images.google.co.id>. (21 Agustus 2009).
- Armendaris, A., S. D. Waljono, dan H. Hartiko. 1991. Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase dan Korelasinya terhadap Sifat Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Ilmu Pertanian*. 4(6): 299-305.
- Bidwel, R. G. S. 1979. *Plant Physiology*. Macmillan Publ.Co.Inc. New York.
- Chen, R., Z. H. Liao, M. Chen, Q. Wang, C. X. Yang, and J. Y. Yang. 2007. Molecular Cloning and Characterization of The Strictosidine Synthase Gene from *Rauvolfia verticillata*. *Russian Journal of Plant Physiology*. 55 (5) : 670-675.
- Deibert, E. 2000. Fertilizer Application with Small Grain Seed on Planting. NDSU Extention Service. <http://www.NDSU.com>. (25 Agustus 2009).
- Delita, K. 2006. Pengaruh Pemberian 2,4-D terhadap Peningkatan penyerapan Nitrogen dan Produksi Kedelai. *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian Universitas IBA. Palembang.
- Delita, K., E. Mareza, dan U. Kulsum. 2008. Korelasi Aktivitas Nitrat Reduktase dan Pertumbuhan Beberapa Genotipe Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Diperlakukan dengan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D. *Jurnal Akta Agrosia*. 11 (1) : 80-86.
- Dennis, D. T., D. H. Turpin, and D. D. Levebvre. 1998. *Plant Metabolism*. Adison Wisley Longman. Singapore.
- Devlin, R. 1975. *Plant Physiology*. Van Nostrand Company. New York.
- Duke, J. A. 1992. *Promising Phytomedicinal*. Advances in New Crop. Timber Press. Portland.
- Dwidjoseputro, G. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Fitter, A. H. dan R. K. M. Hay. 1998. *Environmental Physiology of Plant*. Academic Press. London
- Gardner F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants*. (Diterjemahkan oleh H. Susilo). Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Goldsworthy, P. R. dan N. M. Fisher. 1992. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademi Pressindo. Jakarta
- Harjadi, S. S. 1983. *Pengantar Agronomi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Hartanto, A. 1992. Pengaruh Pupuk Organik Margafloer terhadap Pertumbuhan, Aktivitas Nitrat Reduktase, Kandungan Klorofil, dan Kerapatan Stomata Daun Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill var Intan). *Skripsi*. UGM. Yogyakarta.
- Hidayat, E. B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Penerbit ITB. Bandung.
- Istiana, H. 2007. Cara Aplikasi Pupuk Nitrogen dan Pengaruhnya pada Tanaman Tembakau Madura. *Buletin Teknik Pertanian*. 12 (2) : 66-67.
- Kastono, D., H. Sawitri, dan Siswandono. 2005. Pengaruh Nomor Ruas Setek dan Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kumis Kucing. *Ilmu Pertanian*. 12 (1) : 56-64.
- Kramer, I. P. 1983. *Plant Water Relationshipn A Modern Synthesis*. Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.
- Kusuma, I., Ansyarullah, Emmyzar, Y. Subaya, Herman dan Daswir. 2006. Pengaruh Pemupukan terhadap Produksi dan Mutu Seraiwangi. *Buletin Litro*. 18(2): 59-65.
- Laegreid, M., O. C. Bockman, and O. Kaarstrad. 1999. *Agriculture, Fertilizer and The Enviromental*. CABI Publishing. Norway.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lakitan, B. 2007. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

- Lastra, O., L. M. Tapia, B. Razeto, and M. Rojas. 2009. Response of Hydroponic Lettuce Cultivars to Different Treatment of Nitrogen : Growth and Foliar Nitrate Content. *IDESIA*. 27 (1) : 85-95.
- Lestari, P. P. 2008. Pertumbuhan Klorofil dan Karotenoid serta Aktivitas Nitrat Reduktase *Rauwolfia verticillata* Lour. pada Ketersediaan Air yang Berbeda. *Skripsi*. UNS. Surakarta.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Enviromental Stress Volume II*. Academic Press. New York.
- Linbald, P. and M. G. Guerrero. 1993. *Nitrogen Fixation and Nitrate reduction*. In Hall, D. O., J. M. O. Scurlock, H. R. Bothor Nordenkampf, R. C. Leegod, and S. P. Long (Eds). *Photosynthesis and Production in A Changing Environment*. A Field and Laboratory Manual Chapman and Hall. London.
- Lindawati, N., Izhar, dan H. Syafria. 2000. Pengaruh Pemupukan Nitrogen dan Interval Pemetongan terhadap Produktivitas dan Kualitas Rumput Lokal Kumpai pada Tanah Podzolik Merah Kuning. *JPPTP*. 2(2): 130-133.
- Listyawati, S. 1994. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Co 60 terhadap Aktivitas Nitrat Reduktase dan Struktur Anatomi *Brassica campestris* Linn. *Skripsi*. UGM. Yogyakarta.
- Loveless, A. R. 1991. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik 1* (diterjemahkan oleh Kartawinata, K., danimiharja, S., dan Soetisna, U.). PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Mardani, D. Y. 2006. Pengaruh Pupuk Organik dan Lengas Tanah terhadap Pertumbuhan Bibit Jambu Mete (*Annacardium occidentale* l.). *Skripsi*. INTAN. Yogyakarta.
- Maisyaroch, S. 2007. Aplikasi Pupuk Kandang dan Bakteri Fitostimulan terhadap Pembibitan Tanaman Jati (*Tectona grandis* L) Suatu Upaya Pembibitan Berwawasan Lingkungan. *Tesis*. Program Pascasarjana UNS. Solo.
- Megasari, D. 2008. Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Laju Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung (*zea mays*) di Kebun Percobaan politeknik Negeri Lampung. *Skripsi*. UNILA. Lampung
- Minardi, S. 2002. Kajian Komposisi Pupuk NPK terhadap Hasil Beberapa Varietas Tumbuhan Buncis Tegak (*Phaseolus vulgaris* L.) di tanah Alfisol. *Sains Tanah*. 2(1): 18-24.

- Muku, O. M. 2002. Pengaruh Jarak Tanam Antar Barisan dan Macam Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum L*) di Lahan Kering. *Tesis*. Program Pascasarjana UNUD. Denpasar.
- Mulat, T. 2003. *Membuat dan Memanfaatkan Kascing : Pupuk Organik Berkualitas*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Nasarudin, Y., Musa, M. A. Kuruseng. 2006. Aktivitas Beberapa Proses Fisiologis Tanaman Kakao Muda di Lapang pada Berbagai Naungan Buatan. *Jurnal Agrisistem*. 2 (1) : 25-32.
- Noggle, G. A. and G. J. Fritz. 1983. *Introduction Plant Physiology*. Prentice Hall of India. New Delhi.
- Nuryani, S. N. H. dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian*. 10(2): 63-69.
- Nyakpa, M. Y., A. M. Lubis, dan M. A. Pulung. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Peuke, A. D., W. D. Jeschke, and W. Hartung. 2002. Flows of Elements, Cons and Abscisic Acid in *Ricinus communis* and Site of Nitrat Reductation Under Pottasium Limitation. *Journal of Experiment Botany*. 53(367): 241-250.
- Planchett, E. 2004. Nitrite Oxide Production by Tobacco Plants and Cell Culture Under Normal Conditions and Under Stress. *Disertasi*. Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Jerman.
- Purwaningsih, S. 2004. Pengujian Mikroba sebagai Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman *Acacia mangium* pada Pasir Steril di Rumah Kaca. *Biodiversitas*. 5 (2) : 85-88.
- Rahardjo, M. dan N. Ajijah. 2007. Pengaruh Pemupukan Organik terhadap Produksi dan Mutu Tiga Nomor Harapan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) di Cibinong Bogor. *Buletin Litro*. 18 (1): 29 – 38.
- Rinsema, W. T. 1986. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. (Diterjemahkan oleh H. M. Saleh). Penerbit Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Rosniawaty, S. 2007. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Kultivar Upper Amazone Hybrid (UAH). *Skripsi*. UNPAD. Bandung.

- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid I. (Diterjemahkan oleh : Diah R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITS. Bandung.
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. *Analisa Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Souri, S. 2001. *Penggunaan Pupuk Kandang Meningkatkan Produksi Padi*. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Mataram. Mataram.
- Sulandjari, S. Pramono, S. Wisnubroto, dan D. Indradewa. 2005. Hubungan Mikroklimat dengan Pertumbuhan dan Hasil Pule Pandak (*Rauwolfia serpentina* Benth). *Agrosains*. 7(2) : 71-76.
- Sulandjari. 2007. Hasil Akar dan Kadar Reserpina Pule Pandak (*Rauwolfia serpentina* Benth) di Tanah Latosol dan Regosol dengan Asupan Hara. *Prosiding Seminar Nasional Horticultura*. Fakultas Pertanian UNS. 499-503.
- Sulandjari. 2008. *Tanaman Obat Rauwolfia serpentina Ekofisiologi dan Budidaya*. UNS Press. Surakarta.
- Supranto, J. 2001. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Edisi keenam. Erlangga. Jakarta.
- Suwasono, H. 1990. *Biologi Pertanian*. Rajawali Press. Jakarta.
- van Steenis, C. G. G. J. 1987. *Flora untuk Sekolah di Indonesia*. (Diterjemahkan oleh Moesa Suryowinoto). Pradnya Paramita. Jakarta.
- Widyastuti, Y. E. 1991. Aktivitas Nitrat Reduktase Daun Keempat Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) dan Hubungannya dengan Kandungan Protein Biji serta dengan Hasil. *Skripsi*. UGM. Yogyakarta.
- Zumaidar. 2000. Pule Pandak (*Rauwolfia serpentina* (L.) Benth. Ex. Kurz). Lembaran Informasi PROSEA (*Plant Resources of South-East Asia*). 2(14): 85-90.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas Persentase Tinggi Tanaman *R. verticillata* Lour., tanpa dilanjutkan Uji DMRT

Test of Homogeneity of Variances

3, 2.7, 1.9, 3.8

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.393	3	8	.074

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13.203	3	4.401	1.792	.226
Within Groups	19.647	8	2.456		
Total	32.850	11			

Lampiran 2. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas Persentase Luas Daun *R. verticillata* Lour., tanpa dilanjutkan Uji DMRT

Test of Homogeneity of Variances

14.645, 13.288, 10.779, 16.48

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.263	3	12	.133

ANOVA

14.645, 13.288, 10.779, 16.48

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	56.901	3	18.967	.548	.659
Within Groups	415.669	12	34.639		
Total	472.571	15			

**Lampiran 3. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas
Persentase Jumlah Daun Daun *R. verticillata* Lour., tanpa
dilanjutkan Uji DMRT**

Test of Homogeneity of Variances

20, 18, 14, 18

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.230	3	12	.341

ANOVA

20, 18, 14, 18

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.000	3	.667	.066	.977
Within Groups	122.000	12	10.167		
Total	124.000	15			

**Lampiran 4. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas
Persentase Berat Basah Tanaman *R. verticillata* Lour., tanpa
dilanjutkan Uji DMRT**

Test of Homogeneity of Variances

1.452, 3.191, 1.575, 2.799

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.311	3	11	.061

ANOVA

1.452, 3.191, 1.575, 2.799

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.058	3	1.353	.243	.865
Within Groups	61.355	11	5.578		
Total	65.413	14			

**Lampiran 5. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas
Persentase Berat Kering Tanaman *R. verticillata* Lour., tanpa
dilanjutkan Uji DMRT**

Test of Homogeneity of Variances

0.215, 0.414, 0.348, 0.593

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.247	3	12	.135

ANOVA

0.215, 0.414, 0.348, 0.593

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.092	3	.031	.294	.829
Within Groups	1.258	12	.105		
Total	1.350	15			

**Lampiran 6. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas
Persentase Rasio Berat Kering Akar dan Pucuk Tanaman *R.*
verticillata Lour., tanpa dilanjutkan Uji DMRT**

Test of Homogeneity of Variances

5.719, 7.809, 4.949, 3.538

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.948	3	8	.462

ANOVA

5.719, 7.809, 4.949, 3.538

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.368	3	1.456	.845	.507
Within Groups	13.781	8	1.723		
Total	18.149	11			

**Lampiran 7. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas
Persentase Laju Respirasi Tanaman *R. verticillata* Lour.,
dilanjutkan Uji DMRT**

Test of Homogeneity of Variances

162, 204, 192, 210

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.333	3	8	.330

ANOVA

162, 204, 192, 210

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3228.000	3	1076.000	29.889	.000
Within Groups	288.000	8	36.000		
Total	3516.000	11			

Post Hoc Tests

162, 204, 192, 210

Duncan

p1p0, p2p5, p3p10, p4p15	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	3	160.00		
3	3		188.00	
2	3		198.00	198.00
4	3			202.00
Sig.		1.000	.076	.438

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lampiran 8. Hasil Analisis Sidik Ragam (Anava) dan Homogenitas
Persentase Aktivitas Nitrat Reduktase Tanaman *R. verticillata*
Lour., tanpa dilanjutkan Uji DMRT**

Test of Homogeneity of Variances

0.785, 1.009, 0.810, 1,054

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.531	3	12	.670

ANOVA

0.785, 1.009, 0.810, 1,054

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.416	3	.139	.747	.545
Within Groups	2.227	12	.186		
Total	2.643	15			

	Sig. (2-tailed)	.899	
	N	16	16

**Lampiran 9. Hasil Analisis Statistik Korelasi antara Pemberian Variasi Dosis
Pupuk Organik terhadap Laju Respirasi Tanaman *R. verticillata*
Lour.**

Correlations

		variasi dosis pupuk	laju respirasi
variasi dosis pupuk	Pearson Correlation	1	.758**
	Sig. (2-tailed)		.004
	N	12	12
laju respirasi	Pearson Correlation	.758**	1
	Sig. (2-tailed)	.004	
	N	12	12

Correlations

		variasi dosis pupuk	laju respirasi
variasi dosis pupuk	Pearson Correlation	1	.758**
	Sig. (2-tailed)		.004
	N	12	12
laju respirasi	Pearson Correlation	.758**	1
	Sig. (2-tailed)	.004	
	N	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 10. Hasil Analisis Statistik Korelasi antara Pemberian Variasi Dosis Pupuk Organik terhadap Tinggi Tanaman *R. verticillata* Lour.

Correlations			
		variasi dosis pupuk	tinggi tanaman
variasi dosis pupuk	Pearson Correlation	1	-.035
	Sig. (2-tailed)		.899
	N	16	16
tinggi tanaman	Pearson Correlation	-.035	1

Lampiran 11. Hasil Analisis Tanah Regosol dari daerah Boyolali dan Analisis Pupuk Kandang dari Kotoran Sapi di Daerah Surakarta

Analisis Kandungan	Pupuk Kandang Sapi	Tanah Regosol
Nitrogen	1,26%	0,27%
P ₂ O ₅	1,37%	12,35 ppm

Lampiran 12. Tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.)

Gambar 1. Tanaman pule pandak (*R. verticillata* Lour.) sebelum perlakuan (P = konsentrasi pupuk kandang (g) $P_1 = 0$ g, $P_2 = 5$ g, $P_3 = 10$ g, $P_4 = 15$ g)



Gambar 2. Tanaman Pule Pandak (*R. verticillata* Lour.) dengan perlakuan variasi dosis pupuk organik (P = konsentrasi pupuk kandang (g) $P_1 = 0$ g, $P_2 = 5$ g, $P_3 = 10$ g, $P_4 = 15$ g) 5 minggu setelah perlakuan

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama Lengkap : Anis Kurlillah
 Tempat dan tanggal lahir : Ponorogo, 5 Oktober 1985
 Jenis Kelamin : Wanita
 Agama : Islam
 Status Pernikahan : Belum Menikah
 Alamat Asal : Jl. Syuhada' No. 4 RT 02/RW 01 Ngunut Babadan
 Ponorogo Jawa Timur 63491
 Alamat di Solo : Kos Orange Gang Jati RT /RW Petoran Jebres
 Surakarta 57126
 No HP : 085 638 12 855
 Alamat E-mail : aniz.kur@gmail.com

Pendidikan Formal

Tingkat Pendidikan	Nama	Tahun mulai	Tahun Selesai
SD	MI Muhammadiyah 3 Ngunut Ponorogo	1992	1998
SLTP	MTs Negeri Ngunut Ponorogo	1998	2001
SLTA	KMT Al-Mukmin Solo	2001	2002
SLTA	MAAM Al-Mukmin Solo	2002	2005

Pendidikan Non Formal

Nama Pelatihan/Kursus	Instansi Penyelenggara	Tahun
1. Kursus Bahasa Inggris	UPT P2B UNS	2005
2. Training Penulisan Karya Ilmiah	BEM FMIPA UNS	2005
3. Pelatihan Penunjang Karier untuk Mahasiswa	LPP UNS	2008
4. Seminar Karir	BEM FMIPA UNS	2008
5. Workshop Biodiversitas	FT UNS	2009

Prestasi

Prestasi	Tahun
Finalis Siswa Teladan Tingkat Provinsi Jawa Timur	1997
Finalis Penulisan Karya Ilmiah Remaja Tingkat Jawa Tengah	2004
Juara II Proposal PKM	2008

Pengalaman Organisasi

Organisasi	Jabatan	Tahun
1. OSIS MTs Negeri Ngunut Ponorogo	Ketua Umum	1999-2000
2. Pramuka MTs Negeri Ngunut Ponorogo	Kerani Dewan Galang (Sekretaris)	1999-2000
3. Palang Merah Remaja MTs Negeri Ngunut Ponorogo	Bendahara	1999-2001
4. Ikatan Remaja Muhammadiyah	Anggota	1998-2001
5. HIMABIO	▪ Sekretaris Bidang Pendidikan dan Keilmiah	2005-2006
	▪ Ketua Bidang Pendidikan	2006-2007
	▪ Sekretaris KS Biodiversitas	2009
6. SKI	▪ Staf Bidang Syiar Ilmiah	2006-2007

Pengalaman Bekerja

Pekerjaan	Tahun
1. Praktek kerja lapangan di RSUD Dr. Moewardi Solo	2007
2. Asisten Praktikum Toksikologi Lingkungan	2008
3. Asisten Praktikum Fisiologi Tumbuhan	2008
4. Asisten Praktikum Kultur Jaringan	2009
5. Asisten Praktikum Biologi Umum	2009

Surakarta, November 2009

Anis Kurlillah