

Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase Kedelai Kultivar Burangrang akibat Variasi Kadar Air Tanah pada Awal Pengisian Polong

(The Activity of Nitrate Reductase Enzymes of Soybean var. Burangrang in a Variety of Water Levels at The Commencement of the Pod Fill-up)

JUNICA FITRIANA¹, KRISPINUS KEDATI PUKAN², LINA HERLINA²

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Lt 1 Jl. Raya Sekaran Gunungpati Semarang 50229 Telp. (024) 8508033

ABSTRACT

*An experiment has been conducted from February 2008 to April 2008. The objective of this research was to analyze the influence of a variety of water levels to the activity of nitrate reductase enzyme (NRA) and the production of soybean (*Glycine max*) var. Burangrang, and to analyze the correlations between the NRA and the production. Cultivar Burangrang was the main subject of the experiment. The application of the treatment was followed by the complete random design consisting of one factor with three replicates. The factor was the water levels of field capacity, 90%, 70%, 50%, 30%, and 10% of the field capacity. Every replicate consisted of 8 treatment units, and thus the whole of treatment units were 144. The water level treatment was given once per day. NRA is calculated based on the amount of nitrite produced from an assay. Nitrate was reacted using 1% sulfanilamide in 3N HCL and 0.02% naphthylethylendiamide. The color was then determined using spectrophotometer at 540 nm. The result of the research indicated that the administration of water at 90% of field capacity resulted in the highest average of NRA due to good water efficiency. The best average of water efficiency for production was obtained from the variety of water quality of 70%. So it can be concluded that variety of water quality had significant influence to NRA and production. NRA had positif correlation with production.*

Key words: activities nitrate reductase, soybean, water quality.

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L). Merr) merupakan salah satu tumbuhan yang mampu memfiksasi nitrogen bebas karena mampu membentuk bintil akar (Anonim 2007). Pada awal proses fiksasi nitrogen, nitrat direduksi menjadi nitrit oleh enzim nitrat reduktase. Nitrit yang terbentuk di dalam sitosol bintil kemudian diangkut ke akar atau daun untuk direduksi menjadi amonium. Reaksi tersebut memerlukan elektron yang berasal dari air (H₂O) dan dikatalisis oleh enzim nitrit reduktase (Anonim 2007). Amonium atau NH₄⁺ yang dihasilkan dengan cepat diubah menjadi gugus amida dari asam amino glutamin dan asparagin (Salisbury 1992). Glutamin dan asparagin kemudian diangkut melalui floem ke daun-daun yang lebih muda atau ke akar, bunga, buah, dan biji. Selain itu, glutamin dan asparagin juga diangkut melalui xilem ke pucuk. Akhirnya, di dalam semua sel glutamin dan asparagin ditambahkan langsung ke dalam protein sebagai salah satu dari 20 asam amino penyusun protein (Sasmitamihardja *et al.* 1997). Aktivitas nitrat

reduktase yang merupakan enzim kunci dari serangkaian reaksi kimia pembentukan asam amino tersebut banyak digunakan sebagai kriteria seleksi tanaman berdaya hasil tinggi pada program pemuliaan tanaman (Alnopri 2004).

Nitrat reduktase merupakan salah satu enzim tanaman yang sangat intensif diteliti. Perhatian besar terhadap regulasi nitrat reduktase tersebut terutama karena aktivitas enzim tersebut merupakan faktor pembatas proses asimilasi nitrat yang berperan penting terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Alnopri 2004).

Aktivitas nitrat reduktase mempunyai korelasi positif dengan produksi, berat kering, total nitrogen dan daya hasil tanaman. Suherningsih (1990) dalam penelitiannya memperlihatkan bahwa semakin tinggi aktivitas nitrat reduktase semakin tinggi juga berat kering tanaman.

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman berkait erat dengan ketersediaan air di lingkungan. Penelitian Riwanodja *et al* (2003) menunjukkan bahwa cekaman kekeringan pada fase generatif (umur 51-75 hari) dapat

menurunkan hasil biji kedelai sebesar 62%. Cekaman kekeringan selama periode pengisian polong menurunkan hasil 55% (Soegiyatni & Suyanto 2000). Hal ini menunjukkan bahwa defisit air berpengaruh terhadap proses-proses metabolik dalam tanaman yang berakibat pada berkurangnya pertumbuhan tanaman.

Hidayat (2000) menjelaskan bahwa pada bawang merah kondisi kapasitas lapang 100% diperlukan untuk pertumbuhan tanaman pada beberapa minggu pertama sedangkan untuk pertumbuhan selanjutnya cukup diperlukan ketersediaan sebesar 80% kapasitas lapang merah. Cekaman air pada tanaman dapat terjadi karena air pada media tidak cukup tersedia sedangkan transpirasi tanaman terjadi berlebihan sehingga sel tanaman kekurangan air dan aktivitas metabolik tanaman menjadi terganggu (Hidayat 2000).

Karena ketersediaan air menentukan produktivitas dan aktivitas enzim nitrat reduktase berkorelasi positif dengan produktivitas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis aktivitas enzim nitrat reduktase kedelai pada variasi kadar air pada awal fase pengisian polong (55-65 hari setelah penanaman). Selain itu, penelitian ini bertujuan pula untuk mengetahui korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dengan produksi hasil tanam.

Penelitian dilakukan pada kedelai kultivar Burangrang. Kultivar ini merupakan kultivar unggul baru yang dilepas pada tahun 1999 (BPTP Ungaran 2000), memiliki daya hasil 1,6-2,5 t/ha dengan rata-rata hasil 2,04 t/ha, bobot biji 17 gr/100 biji (Gani 2000), sehingga termasuk dalam klasifikasi biji kedelai berukuran besar; dan tahan rebah serta toleran terhadap penyakit karat daun (Rukmana 2003). Sebagai kultivar baru, Burangrang belum banyak diteliti.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan Kelurahan Mangunsari, Kecamatan Gunungpati, Semarang, pada bulan Februari 2008 sampai dengan April 2008. Analisis aktivitas nitrat reduktase dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta pada tanggal 31 Maret 2008 sampai dengan 1 April 2008.

Benih kedelai kultivar Burangrang diperoleh dari Balitkabi (Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian) Karangploso, Malang Jawa Timur. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap satu faktor, yaitu kadar air tanah yang terdiri atas 6

(enam) taraf meliputi 100% kapasitas lapang (KL) sebagai kontrol, 90%, 70%, 50%, 30%, dan 10%. Setiap taraf perlakuan diulang 3 kali, dan satu unit penelitian adalah 8 (delapan) polibag. Peubah yang diamati adalah aktivitas enzim nitrat reduktase dan produksi kedelai yang meliputi jumlah polong isi/tanaman, berat biji kering/100 biji, berat biji kering/tanaman.

Alat yang digunakan adalah plastik bening yang mampu menahan air (24 x 60 meter), polibag 40 x 50 cm, timbangan dengan ketelitian 0,001g dan 100g, termometer, pH meter, spektrofotometer, gelas ukur. Bahan yang digunakan adalah benih kedelai kultivar Burangrang, tanah dengan tekstur lempung berpasir yang diambil dari kebun Mangunsari Kecamatan Gunungpati, pupuk TSP, KCl, urea, insektisida, aseton, KHCO_3 , K_2CO_3 , sampel daun, buffer $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , SA (sulfanilamide), NED (naphthylethylen diamide), HCl 3 N, dan H_2O .

Penelitian ini ditempuh dengan tiga tahap. Pertama, tahap persiapan meliputi penyediaan media tanam, pengukuran kapasitas lapang, dan pengujian kualitas benih. Media tanam merupakan tanah sebanyak 10 kg yang dicampur dengan pupuk dasar TSP 0,432 g, KCl 0,249 g dan urea 0,249 g, diisikan ke dalam setiap polibag berukuran 40 cm x 50 cm. Pengukuran volume air yang harus disiramkan untuk mencapai kapasitas lapang tanah dilakukan dengan menyiramkan 30 ml air pada tanah kering yang diisikan ke dalam pipa kaca berdiameter 3 cm sepanjang 30 cm. Pipa kaca diposisikan tegak sehingga air akan berinfiltrasi ke bawah. Setelah terlihat air tidak berinfiltrasi, tanah yang basah sebagian diambil, ditimbang, dikeringkan di dalam oven sampai beratnya stabil, kemudian ditimbang kembali. Volume air yang harus disiramkan untuk mencapai kapasitas lapang ditentukan berdasarkan selisih berat tanah basah dan berat tanah kering, dinyatakan dalam persen per berat tanah kering benih. Pengujian kualitas benih yang meliputi daya kecambah dan kecepatan tumbuh dilakukan dengan mengecambahkan benih pada media kapas basah. Pada penelitian ini lebih dari 80% benih kedelai kultivar Burangrang yang dikecambahkan dapat berkecambah serempak dan seragam sehingga layak digunakan.

Kedua, tahap pelaksanaan. Polibag berisi media tanam ditanami benih kedelai sebanyak 3 (tiga) benih kedelai. Penyiraman sampai kapasitas lapang dilakukan setiap dua hari sekali pada semua unit perlakuan. Mulai 40 hari setelah

tanam, yaitu memasuki fase pembentukan dan pengisian polong dilakukan perlakuan penyiraman dengan volume air yang berbeda sesuai, yakni 100% kapasitas lapang (KL), 90%, 70%, 50%, 30%, dan 10% dari KL. Pada fase pemasakan polong (62 hari setelah penanaman) dilakukan pengujian aktivitas nitrat reduktase.

Analisis aktivitas nitrat reduktase dilakukan berdasarkan Hartiko dalam Danusila (1989). Daun ketiga dari pucuk tanaman kedelai dipetik sekitar jam 9-10 pagi sebagai sampel pengamatan. Daun tersebut dicuci dengan aquades, diiris halus kemudian diambil sebanyak 200 mg. Daun yang telah ditimbang tadi dimasukkan ke dalam larutan buffer $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ pada pH 7,5 masing-masing 5 ml dalam tabung gelap kemudian ditutup dan direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam, larutan buffer dibuang dan diganti dengan larutan buffer yang baru sebanyak 5 ml. Kemudian ditambahkan 0,1 ml 5 M NaNO_3 pada tiap tabung gelap. Waktu penambahan NaNO_3 dinyatakan sebagai waktu inkubasi 0. Inkubasi dilakukan selama 2 jam. Sementara itu ke dalam tabung reaksi yang lain diisikan reagen 0,2 ml sulfanilamide 1% yang dilarutkan dalam 3 N HCl dan 0,2 ml larutan naphthylethylendiamide 0,02%. Kemudian 0,1 ml filtrat yang telah diinkubasi selama 2 jam tadi dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diisi reagen, HCl dan larutan naphthylethylendiamide. Tabung reaksi dikocok agar filtrat bercampur untuk mempercepat reaksi, didiamkan sekitar 15 menit sehingga terjadi reduksi NO_2^- dengan reagen pewarna yang akan memunculkan warna merah muda. Selanjutnya ditambahkan aquades sebanyak 2,5 ml pada tabung reaksi sebagai pengencer warna. Larutan dalam tabung reaksi dimasukkan ke dalam kuvet spektrofotometer untuk diamati absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm.

Pengambilan data untuk produksi kedelai dilakukan setelah panen, yang meliputi rata-rata jumlah polong isi/tanaman, berat biji kering/100 biji, dan berat biji kering/tanaman. Data dianalisis dengan Anava satu jalan, dan bila hasil uji signifikan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji Anava terhadap aktivitas nitrat reduktase (ANR) signifikan (hasil uji tidak ditampilkan). Hal ini menunjukkan kadar air tanah

nyata berpengaruh terhadap ANR. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan diketahui bahwa ANR tertinggi dicapai oleh taraf perlakuan 100% KL dan 90% KL, keduanya mengakibatkan ANR yang nyata lebih tinggi dibandingkan empat taraf perlakuan lain, yaitu kadar air tanah 70%, 50%, 30% dan 10% KL. Keempat taraf perlakuan tersebut tidak mengakibatkan ANR yang berbeda nyata satu dengan yang lain (Tabel 1). Tingginya kadar air tanah menyebabkan ANR yang tinggi pula. Hal ini disebabkan oleh kondisi ketersediaan air pada KL dan 90% KL mampu mendukung aktivitas nitrat reduktase kedelai secara optimal. Ketersediaan air di lingkungan memiliki hubungan dengan enzim nitrat reduktase sebagai penyedia proton dan elektron untuk aktivitasnya. Setiap langkah dalam proses perubahan nitrat menjadi nitrit memerlukan perpindahan enam elektron untuk tiap molekulnya (Campbell 1999). Molekul air yang tersedia memberikan sumbangan proton dan elektron melalui fotosintesis yang menghasilkan NADPH_2 pada saat reaksi terang. NADPH_2 yang dihasilkan tersebut cukup untuk mendukung aktivitas enzim nitrat reduktase saat mereduksi nitrat menjadi nitrit (Salisbury 1992). Lehninger (1994) menyatakan bahwa enzim nitrat reduktase memperoleh elektron dari nukleosida atau $\text{NADPH}_2/\text{NADH}_2$ yang mentransfer elektron ke *flavin adenin dinukleotida* (FAD) dan dilanjutkan ke ke molibdenum, kemudian akhirnya ke nitrat reduktase untuk mereduksi nitrat menjadi nitrit.

Tabel 1. Rata-rata aktivitas nitrat reduktase tanaman kedelai (*Glycine max* (L. Merr) kultivar Burangrang dalam mikromol $\text{NO}_2^-/\text{gr}/\text{jam}$ pada umur 62 hari*)

No.	Perlakuan	Jumlah Total ANR	Rata-rata ANR
1	KL	60,87	20,29 a
2	90%	51,02	17,01 a
3	70%	37,10	12,37 b
4	50%	33,42	11,14 b
5	30%	27,34	9,13 b
6	10%	25,28	8,43 b

ANR yang lebih rendah pada kadar air 10%-70% dibandingkan pada kadar air 90%-100% diduga karena karena kekurangan air dapat menyebabkan penutupan stomata sehingga memotong suplai CO_2 ke sel-sel mesofil. Akibatnya laju fotosintesis dalam sel-sel ini berkurang secara nyata (Fitter 1991). Efisiensi fotosintesis yang rendah berpengaruh terhadap

jumlah *reducing power* (NADPH) yang dibentuk pada reaksi terang (Salisbury 1992). Apabila tidak terdapat pasokan NADPH₂ yang cukup di sitosol akan terjadi penurunan aktivitas enzim nitrat reduktase karena NADPH₂ memiliki peranan yang penting sebagai donor proton dan elektron yang dapat merangsang pergerakan elektron di sitosol (Sasmitamihardja *et al.* 1997). Hal itu selanjutnya menyebabkan ANR pada kadar air 10%-70% terukur rendah.

Hasil penelitian tersebut sejalan dengan pendapat Hale dan Orcutt dalam Indradewa *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa ANR menurun pada tanaman yang mengalami cekaman air. Penurunan ANR berhubungan dengan penurunan translokasi nitrat di dalam xilem. Penelitian Sinha & Nicholas menyimpulkan terjadi penurunan ANR pada gandum, barley, sorgum, jagung, kubis, *safflower* pada saat terjadi kekeringan (Indradewa *et al.* 2004).

Aktivitas nitrat reduktase (ANR) yang masih terdeteksi pada kadar air 10% KL menunjukkan adanya aliran asimilat yang cukup tinggi di daun. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya pembagian asimilat antara akar, organ vegetatif dan organ reproduktif di atas tanah sebagai tanggapan tanaman terhadap kekurangan air (Goldsworthy 1992). Pada kondisi kekurangan air, sebagian hasil-hasil fotosintesis diperlukan untuk memenuhi pengeluaran energi pada saat mereduksi nitrogen dengan mengambil antara 10% dan 30% dari persediaan asimilat yang ada. Selain itu, pengeluaran energi lebih lanjut juga diperlukan untuk menyediakan rangka karbon

untuk sintesis asam amino dan ureida. Kebutuhan rangka karbon harus dibagikan ke bagian vegetatif dan reproduktif agar mendapatkan asimilat-asimilat untuk aktivitas metabolismenya. Adanya asimilat yang tersedia walaupun sedikit digunakan untuk asimilasi nitrogen menyebabkan ANR dapat terdeteksi pada kadar air tanah yang relatif rendah.

Jumlah polong isi/tanaman, berat biji kering/ 100 biji, dan berat biji kering/tanaman nyata dipengaruhi oleh kadar air tanah. Makin tinggi kadar air makin tinggi pula peubah-peubah tersebut. Jumlah polong isi/tanaman pada kadar air 10% nyata lebih rendah dibandingkan pada kadar air tanah 30%-100%. Berat biji kering/100biji dan berat biji kering/tanaman pada taraf perlakuan kadar air 90% dan 100% tidak berbeda nyata, dan keduanya nyata lebih tinggi dibandingkan taraf perlakuan lain (Tabel 2). Dengan demikian kadar air 90% KL merupakan kadar air yang secara efisien mampu menghasilkan produksi yang optimal. Pada kadar air 70% kedelai mulai mengalami gangguan dalam fungsi fisiologisnya. Defisit air menurunkan kecepatan fotosintesis. Hal ini sebagai akibat dari menutupnya stomata dan meningkatnya resistensi mesofil yang pada akhirnya memperkecil efisiensi fotosintesis (Jumin 1992). Menutupnya semua atau sebagian stomata membatasi pemasukan CO₂ sehingga konsentrasi CO₂ di ruang antar sel di dalam daun menurun.

Tabel 2. Rata-rata jumlah polong isi/tanaman, berat biji kering/100 biji kedelai dan berat biji kering kedelai/tanaman akibat variasi kadar air

Perlakuan (% KL)	Rata-rata jumlah polong isi/tanaman	Rata-rata berat biji kering/100 biji (gram)	Rata-rata berat biji kering/tanaman (gram)
100%	37,67 a	20,71 a	42,26 ab
90%	39,14 a	21,41 a	44,42 a
70%	34,36 a	18,26 b	33,62 bc
50%	34,15 a	14,73 c	28,79 cd
30%	33,57 a	12,04 c	22,99 d
10%	21,88 b	9,19 d	9,53 e

Jumlah CO₂ yang menurun dalam daun akan mengurangi jumlah CO₂ yang masuk ke siklus Calvin dan meningkatkan ratio O₂/CO₂.

Peningkatan ratio tersebut mengakibatkan enzim ribulosa bisfosfat karboksilase (RuBP karboksilase) akan menambat dan menambahkan O₂ (bukannya CO₂) pada siklus Calvin. Produknya terurai dan satu molekul senyawa berkarbon-dua dikirim keluar dari kloroplas

menuju mitokondria dan peroksisom yang kemudian memecah molekul tersebut menjadi CO₂ tanpa menghasilkan ATP atau asimilat. Rangkaian proses tersebut disebut *fotorespirasi*. Tidak dihasilkannya ATP atau asimilat dalam fotorespirasi menyebabkan pertumbuhan dan produktivitas kedelai pada kadar air 70% atau di bawahnya menjadi terhambat atau tidak optimal. Hal tersebut mempengaruhi ketersediaan asimilat untuk pertumbuhan generatif dan produktivitas kedelai. Akibatnya, penuaan dan pemasakan polong terjadi lebih cepat sehingga biji yang terbentuk lebih kecil dan rata-rata nilai produksinya secara keseluruhan menjadi rendah.

Kondisi kekurangan air pada kadar air tanah 70% ke bawah juga dapat menurunkan lalu lintas air dan metabolisme dalam tubuh tanaman. Kelayuan yang berkepanjangan mengakibatkan kutikula kurang permeabel terhadap air. Status ini menimbulkan kelambatan pada kecepatan

transpor ion, respirasi, aktivitas enzim dan sintesis protein serta terhambatnya proses translokasi. Menurunnya respirasi akan berakibat pada berkurangnya energi yang dihasilkan dalam bentuk ATP, FADH₂, dan NADH₂. Pengaruh tidak langsung terhadap produksi dapat terjadi karena berkurangnya penyerapan hara tanah. Pada kadar air tanah 70% ke bawah, ketersediaan air di dalam tanah rendah, penyerapan unsur hara juga rendah (Jumin 1992). Selain itu cekaman air juga menurunkan laju translokasi fotosintat pada waktu kedelai memasuki fase pengisian polong. Hal ini menyebabkan polong tidak seluruhnya terisi sempurna. Selain itu, biji yang terbentuk pun memiliki berat biji kering yang rendah. Hal tersebut membuktikan bahwa kadar air berpengaruh terhadap produksi tanaman. Semakin rendah persentase kadar air, semakin rendah pula rata-rata produksi yang dihasilkan.

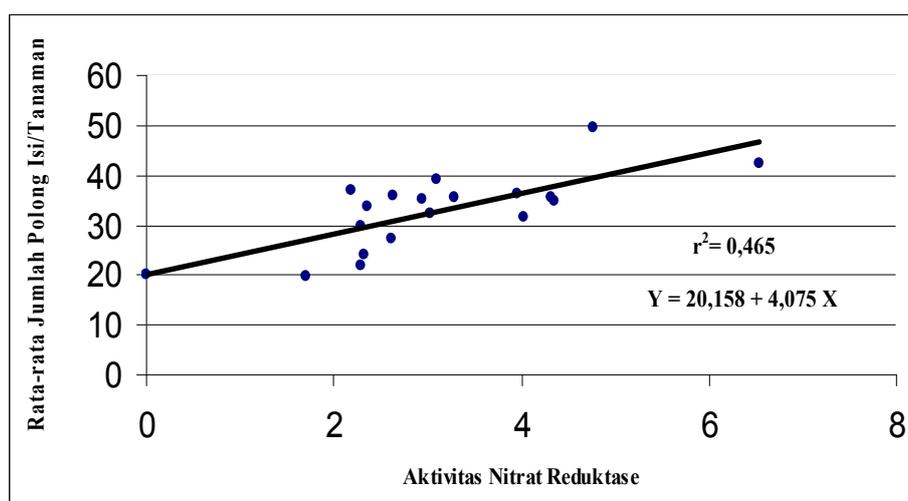
Tabel 3. Hasil analisis korelasi linier antara aktivitas nitrat reduktase dan produksi

Parameter Produksi	r _{hitung}	r _{tabel}	Kriteria
Jumlah Polong Isi/tanaman	0,682	0,4438	Korelasi positif
Biji Kering/100 Biji	0,824	0,4438	Korelasi positif
Berat Biji Kering/tanaman	0,845	0,4438	Korelasi positif

Hasil analisis korelasi (Tabel 3) menunjukkan adanya korelasi positif antara aktivitas nitrat reduktase dengan produksi yang meliputi jumlah polong isi ($r = 0,682$), berat biji/100 biji kedelai ($r = 0,824$), dan berat biji kering ($r = 0,845$) kedelai kultivar Burangrang. Hal ini berarti bahwa aktivitas nitrat reduktase dan produksi berubah ke arah yang sama. Makin tinggi nilai ANR makin tinggi pula rata-rata produksi, dan sebaliknya. Berdasarkan analisis korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dan aspek-aspek produksi dapat dinyatakan bahwa ANR paling erat berkorelasi dengan berat biji

kering per tanaman dibanding dengan berat 100 biji dan jumlah polong isi.

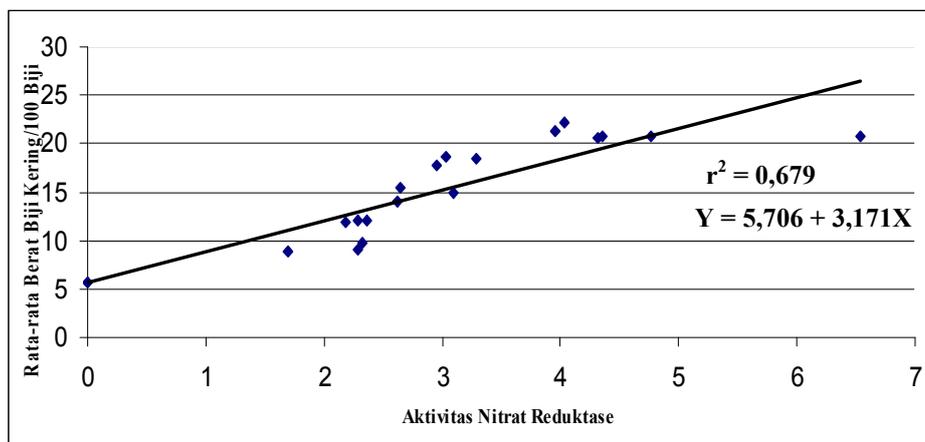
Hasil analisis regresi untuk jumlah polong isi/tanaman dinyatakan dengan model persamaan $Y = 20,158 + 4,075X$ ($r^2 = 0,465$) (Gambar 1). Model tersebut menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan satu satuan pada aktivitas nitrat reduktase maka akan diikuti kenaikan jumlah polong isi sebesar 4,075 satuan. Nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,465 menunjukkan 46,5% variasi yang terjadi dalam jumlah polong isi (Y) diakibatkan oleh aktivitas nitrat reduktase.



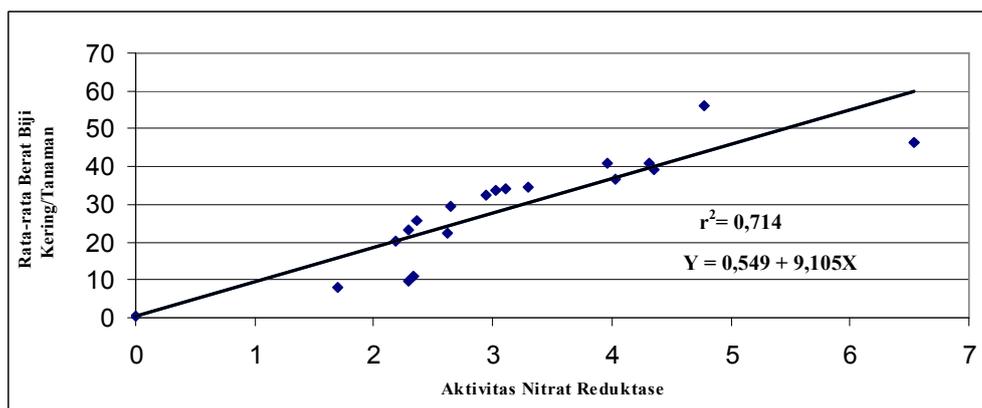
Gambar 1. Grafik regresi hubungan antara aktivitas nitrat reduktase pada berbagai variasi kadar air dan jumlah polong isi/tanaman

Analisis regresi untuk berat biji kering/100 biji dinyatakan dengan model persamaan $Y = 5,706 + 3,171X$ ($r^2 = 0,679$) (Gambar 2). Model tersebut menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan satu satuan pada aktivitas nitrat reduktase maka akan diikuti kenaikan berat biji kering/100 biji sebesar 3,171. Nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,679 menunjukkan bahwa 67,9% variasi yang terjadi dalam berat biji kering/100 biji diakibatkan oleh aktivitas nitrat reduktase.

Hasil analisis regresi untuk berat biji kering/tanaman dinyatakan dengan model persamaan $Y = 0,549 + 9,105X$ ($r^2 = 0,714$). Model tersebut menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan satu satuan pada aktivitas nitrat reduktase maka akan diikuti kenaikan berat biji kering sebesar 9,105. Nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,714 menunjukkan bahwa 71,4% variasi yang terjadi dalam berat biji kering diakibatkan aktivitas nitrat reduktase.



Gambar 2. Grafik regresi hubungan antara aktivitas nitrat reduktase pada berbagai variasi kadar air dan berat biji kering/100 biji kedelai



Gambar 3. Grafik regresi hubungan antara aktivitas nitrat reduktase pada berbagai variasi kadar air dan berat biji kering kedelai/tanaman

Adanya peranan signifikan ANR terhadap produksi melalui mekanisme reduksi nitrat. Nitrat yang diserap oleh tanaman direduksi oleh enzim nitrat reduktase menjadi nitrit yang kemudian akan direduksi lebih lanjut menjadi amonium. Amonium kemudian akan bergabung dengan hasil-hasil antara fotosintesis untuk membentuk asam amino atau persenyawaan nitrogen lain yang organik. Amonium yang dihasilkan dari reduksi nitrit bergabung dengan asam amino melalui biosintesis glutamin dan glutamat. Melalui proses transkripsi dan translasi, asam amino ini dirangkai menjadi protein. Protein tersebut dapat berfungsi sebagai protein fungsional maupun protein struktural. Protein akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang akan membentuk suatu biomasa, biomasa akan menentukan daya hasil tanaman (Lehninger 1994). Hartiko (1983) dalam Suherningsih (1990) menyebutkan bahwa aktivitas nitrat reduktase mempunyai korelasi positif dengan produksi, berat kering, total nitrogen dan daya hasil tanaman. Suherningsih (1990) dalam penelitiannya memperlihatkan bahwa nilai rerata berat kering tanaman untuk aktivitas nitrat reduktase tertinggi adalah 1,910 sedangkan untuk aktivitas nitrat reduktase terendah adalah 1,282. Hal ini menunjukkan hubungan bahwa semakin tinggi aktivitas nitrat reduktase semakin tinggi juga berat kering tanaman.

Rata-rata untuk nilai ANR yang dimiliki oleh kedelai kultivar Burangrang pada variasi kadar air 90% dalam penelitian ini adalah sebesar 17,01. Nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata ANR pada kapasitas lapang (KL) yaitu 20,29. KL memiliki nilai ANR yang dikatakan tinggi, sehingga nilai ANR pada kadar air 90% yang tidak berbeda nyata dengan KL juga dianalogkan tinggi. Tabel 3 juga menunjukkan bahwa nilai rata-rata berat biji kering per tanaman pada kadar air 70% tidak berbeda nyata dengan KL, yang artinya kadar air 70% juga memiliki nilai rata-rata yang baik. Ditinjau dari tingkat efisiensi ketersediaan air, kadar air 70% lebih efisien dibandingkan dengan kadar air KL dan 90% untuk menghasilkan rata-rata produksi (berat biji kering) yang optimal. Optimalnya hasil berkaitan erat dengan tingginya aktivitas enzim nitrat reduktase. Aktivitas nitrat reduktase yang

tinggi akan menyebabkan terjadinya kenaikan laju reaksi pada reduksi nitrat. Hubungan antara laju reaksi dengan aktivitas enzim adalah berbanding lurus (Sadikin 2002). Makin besar aktivitas enzim, makin cepat laju reaksi. Makin cepat laju reaksi, makin banyak pula produk yang terbentuk. Adanya hubungan yang berbanding lurus tersebut dapat mendukung tanaman untuk meningkatkan produktivitasnya. Sehingga, apabila terjadi kenaikan pada aktivitas nitrat reduktase, maka produk yang dihasilkan juga akan naik seiring dengan kenaikan laju reaksinya.

Nilai rata-rata ANR yang rendah pada variasi kadar air 10% (seperti yang terlihat pada gambar) menyebabkan jumlah nitrit yang akan diubah menjadi amonium sedikit. Jika amonium yang dihasilkan sedikit maka secara otomatis akan terjadi penurunan kadar asam amino yang dibentuk. Penurunan tersebut berpengaruh terhadap kadar protein yang dihasilkan (Salisbury & Ross 1992), sehingga berpengaruh juga terhadap produksi (berat biji kering) yang pada akhirnya dapat menurunkan hasil panen. Hasil penelitian ini menunjukkan korelasi yang positif dimana semakin rendah ANR, rata-rata produksi semakin rendah juga.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar air tanah berpengaruh terhadap aktivitas enzim nitrat reduktase dan produksi tanaman kedelai kultivar Burangrang. Kadar air yang efisien mendukung aktivitas optimal enzim nitrat reduktase adalah 90%, sedangkan untuk kedelai adalah 70%. Aktivitas nitrat reduktase berkorelasi positif dengan produksi kedelai (jumlah polong isi, berat biji kering/100 biji, dan berat biji kering).

DAFTAR PUSTAKA

Adisarwanto T. 2005. *Kedelai Budidaya dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Alnopri. 2004. Optimasi prosedur assay aktivitas nitrat reduktase daun manggis. Bengkulu. *Jurnal Akta Agrosia* 7 (2):62-66.
- Alnopri, Taufik M, Ganefianti DW, Prasetyo & Mukhtasar. 2004. Modifikasi rancangan dialil untuk mendapatkan kopi arabika unggul berdasarkan aktivitas nitrat reduktase. *Jurnal Akta Agrosia* 7 (2): 47-51.
- Anonim. 2007. Kedelai. <http://www.bi.go.id/sipuk/id/lm/kedelai>. [28 Jan 2007].
- Anonim. 2007. Nitrate and Nitrit Reductase Structures. <http://images.search.yahoo.com/nitratereductase>. [4 Mei 2007].
- Bonner J & Varner JE. 1976. *Plant Biochemistry*. Third Edition. London: Academic Press, Inc.
- [BPTP] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ungaran. 2000. Upaya peningkatan produksi kedelai. *Jurnal Liptan BPTP Ungaran* Oktober 2000.
- Danususila H. 1989. Kajian pengaruh nitrogen dari pupuk buatan terhadap aktivitas nitrat reduktase pada daun bawang putih (*Allium sativum* L). *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Fitter AH & Hay RKM. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Terjemahan Sri Andani & ED Purbayanti. Yogyakarta: UGM-Press.
- Gani JA. 2000. Kedelai kultivar unggul baru. *Jurnal Lembar Informasi Pertanian (Liptan) IP2TP Mataram* No.07/ liptan/2000.
- Goldsworthy PR & Fisher NM. 1992. *The Physiology of Tropical Field Crops*. John Wiley & Sons, Inc.
- Hidayat F. 2000. Peranan air dan fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). On line at images.soemarno.multiply.com/bawang%20merah%20-%20peranan%20air%20dan%20fosfat.doc?nmid=22633939. [18 Jun 2008].
- Inradewa D, Soemartono S, Notohadisuwarno & Hari P. 2004. Metabolisme Nitrogen Pada Tanaman Kedelai Yang Mendapat Genangan Dalam Parit. *Jurnal Ilmu Pertanian* 2 (2) : 68-75.
- Khairul U. 2001. Pemanfaatan bioteknologi untuk meningkatkan produksi pertanian. Bogor. http://tumotou.net/3_sem1_01e/u_khairul.htm. [28 Jan 2007].
- Mulyani S. 2001. Pengaruh kepadatan krokot (*Portulaca oleraceae* L) terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai kultivar Wilis [(*Glycine max* (L) Merrill "Wilis")] *Skripsi*. Semarang: UNNES.
- Prihatman K. 2000. Kedelai (*Glycine max* L). Jakarta. <http://www.ristek.go.id>. [30 Jan2007].
- Riwanodja, Suhartina & Adisarwanto T. 2003. Upaya menekan kehilangan hasil akibat cekaman kekeringan pada kedelai di lahan sawah. On line at ntb.litbang.deptan.go.id/2006/TPH/upaya.doc [18 Jun 2008].
- Rukmana R & Yuyun Y. 2003. *Kedelai Budidaya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sadikin M. 2002. *Biokomia Enzim*. Jakarta: Widya Medika.
- Salisbury FB & Ross CW. 1992. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Terjemahan Diah R. Lukman & Sumaryono: 1995. Edisi Keempat. Bandung: ITB-Press.
- Suherningsih. 1988. Aktivitas nitrat reduktase dan kandungan klorofil pada daun tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merr) yang diperlakukan dengan merkuri klorida ($HgCl_2$). *Skripsi*. Yogyakarta: UGM.
- Suyamto & Soegiyatni. 2002. Evaluasi Toleransi Galur-galur Kedelai Terhadap Kekeringan. Malang. On line at ntb.litbang.deptan.go.id/2006/TPH/upaya.doc [18 Jun 2008].
- Wiharto SB. 2005. Unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman. . <http://www.tpkkoja.co.id>. [4 Mei 2007].