



## Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase Kedelai Akibat Variasi Kadar Air pada Awal Pengisian Polong

Junica Fitriana , Krispinus Kedati Pukan, Lina Herlina

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2012  
Disetujui Februari 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

Kata Kunci:  
aktivitas reduktasenitrat  
kedelai  
kualitas air

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh berbagai kualitas air untuk aktivitas nitratreduktase enzim (NRA), produksi kedelai (*Glycine max*) Burangrangkultivar, dan menganalisis korelasi antara NRA dan produksi. Aplikasi perlakuan rancangan acak lengkap dan terdiri dari satu faktor dengan tiga kali ulangan. Faktor berbagai kualitas air terdiri darikapasitas lapangan, 90%, 70%, 50%, 30%, dan 10% dari kapasitas lapangan. Setiap ulangan terdiri dari 8 unit pengolahan, sehingga seluruh unit pengolahan adalah 144. Perlakuan variasi ketetinggian air diberi sekali dari 2 hari. NRA dihitung berdasarkan jumlah nitrit yang dihasilkan dari uji. Nitrat direaksikan menggunakan sulfanilamide 1% dalam 3 N HCL dan naphtylethylendiamide 0,02%. Warna yang dihasilkan ditentukan dengan spektrofotometer pada 540 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian air pada 90% dari hasil lapangan kapasitas rata-rata tertinggi PPA dengan efisiensi air yang baik. Rata-rata terbaik dengan efisiensi air untuk produksi dimiliki oleh variasi air 70%. Variasi kualitas air memiliki pengaruh signifikan terhadap NRA dan produksi. NRA berkorelasi positif dengan produksi.

### Abstract

The objective of this research was to analize the influence of variety of water qualityto nitrate reductase enzymes activity (NRA), production of soybean (*Glycine max*)cultivar Burangrang, and analize the correlation between NRA and production. The application of treatment followed the complete random design and it consist of one factor with three times repeat. The factor was variety of water qualityconsisted of field capacity, 90%, 70%, 50%, 30%, and 10% of the field capacity. Every repeat consisted of 8 treatment unit, so the whole of treatment unit were 144. The treatment of height water variety was given once of 2 daily. NRA is calculated based on the amount of nitrite produced from an assay. Nitrate was reacted using 1% sulfanilamide in 3 N HCL and 0,02% naphtylethylendiamide. The produced color is examine using spectrophotometer at 540 nm. The result of the research indicate that the pouring water in 90% from field capacity result in the highest average of PPA by good water efficiency. The best average with water efficiency for production was owned by variety of water quality70%. Variety of water qualityhad significant influence to NRA and production. NRA had positif correlation with production.

© 2012 Universitas Negeri Semarang

## Pendahuluan

Kedelai merupakan tumbuhan yang mampu memfiksasi nitrogen karena mempunyai bintil pengikat nitrogen bebas pada akarnya (Anonim 2007). Pada awal proses fiksasi nitrogen, nitrat direduksi menjadi nitrit oleh enzim nitrat reduktase. Nitrat reduktase merupakan enzim homodimer yang mengandung FAD, Haem dan Mo (Molibdenum). Enzim tersebut menggunakan dua elektron dari NADPH<sub>2</sub>/NADH<sub>2</sub> untuk mereduksi nitrat menghasilkan nitrit (NO<sup>2-</sup>), NADP/NAD dan H<sub>2</sub>O. Nitrit yang terbentuk di dalam sitosol tadi diangkut ke daun atau ke akar. Daun atau akar merupakan tempat terjadinya reduksi nitrit menjadi ammonium. Reaksi tersebut juga memerlukan elektron yang berasal dari air (H<sub>2</sub>O) dan dikatalisis oleh enzim nitrit reduktase (Anonim 2007). Aktivitas nitrat reduktase banyak digunakan sebagai kriteria seleksi tanaman berdaya hasil tinggi pada program pemuliaan tanaman (Alnopri 2004).

Burangrang termasuk jenis varietas unggul baru yang dilepas pada tahun 1999 (BPTP Ungaran 2000). Burangrang memiliki daya hasil 1,6-2,5 t/ha dengan rata-rata hasil 2,04 t/ha, tahan rebah dan toleran terhadap penyakit karat daun.

Nitrat reduktase adalah salah satu enzim tanaman yang paling intensif diteliti. Perhatian besar terhadap regulasi nitrat reduktase tersebut disebabkan beberapa alasan. Pertama, katalisis enzim menjadi pembatas proses asimilasi nitrat yang berperan penting terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Kedua, protein nitrat reduktase dimodifikasi dari phosphorilisasi protein yang bertanggung jawab terhadap regulasi aktivitas nitrat reduktase (Alnopri 2004).

Hartiko (1983) dalam Suherningsih (1988) menyebutkan bahwa aktivitas nitrat reduktase mempunyai korelasi positif dengan produksi, berat kering, total nitrogen dan daya hasil tanaman. Riwanodja et al 2003 melaporkan bahwa penurunan lengas tanah dari 90% menjadi 50% menyebabkan penurunan secara nyata tinggi tanaman saat panen berturut-turut 15% dan 17% selama musim kemarau I dan musim kemarau II tahun 2003. Hal ini juga ditunjang oleh penelitian bahwa penurunan hasil lebih besar pada tekanan kekeringan pada kondisi kelengasan tanah < 45% (Riwanodja et al. 2003). Hidayat (2000) menjelaskan bahwa, kondisi kapasitas lapang 100% lebih mendukung pada pertumbuhan

minggu pertama sedangkan untuk pertumbuhan selanjutnya yang lebih mendukung adalah kondisi kapasitas lapang 80% terhadap nisbah berat daun dan kadar air relatif dari tanaman bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas enzim nitrat reduktase daun kedelai varietas Burangrang dan produksi yang telah diperlakukan dengan variasi kadar air pada awal fase pengisian polong (55-65 hari setelah penanaman).

## Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di kebun Mangunsari, Kelurahan Mangunsari, Kecamatan Gunungpati, Semarang. Analisis aktivitas nitrat reduktase dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Tanaman indikator dalam penelitian ini adalah kedelai varietas Burangrang yang benihnya diperoleh dari Balitkabi BPTP Karang Ploso Malang Jawa Timur.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap. Perlakuan terhadap vahan uji dilakukan berdasarkan variasi kadar air meliputi kapasitas lapang (KL), 90%, 70%, 50%, 30%, dan 10% dari kapasitas lapang. Pada setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan dengan unit perlakuan  $6 \times 3 \times 8$  sehingga keseluruhannya ada 144 unit perlakuan.

Prosedur atau langkah kerja penelitian ini ditempuh dengan tiga tahap. Pertama, tahap persiapan meliputi tahap persiapan media tanam. Media tanam berisi tanah yang dicampur dengan pupuk dasar TSP 0,432 gram/polibag dan KCL 0,249 gram/polibag serta pupuk nitrogen (urea) 0,249 gram/polibag ditimbang sebanyak 10 kg kemudian diisikan ke dalam masing-masing polibag berukuran 40 cm x 50 cm yang telah disiapkan. Kemudian tahap persiapan penyiraman dengan mengukur kapasitas lapang tanah (3 liter air). Besarnya persentase jumlah air untuk penyiraman pada saat pengisian polong nanti yakni 90%, 70%, 50%, 30%, 10%, masing-masing persentase diambil dari nilai kapasitas lapang yang telah diukur. Penyiraman dilakukan setiap 2 hari sekali. Selanjutnya tahap persiapan benih.

Kedua, tahap pelaksanaan. Polibag berisi media tanam yang telah siap kemudian ditanami benih kedelai sebanyak 3 benih Kedelai. Penyiraman sampai kapasitas lapang dilakukan setiap dua hari sekali (pagi dan sore hari). Setelah ± 40 hari setelah tanam, yaitu

memasuki fase pembentukan dan pengisian polong dilakukan perlakuan setiap dua hari sekali dengan kadar air yang berbeda sesuai persentase yang telah ditentukan, yakni; kapasitas lapang (KL), 90%, 70%, 50%, 30%, dan 10% dari kapasitas lapang. Sebagai kontrol digunakan kadar air dengan ukuran sebesar persentase kapasitas lapang. Memasuki fase pemasakan polong (62 hari setelah penanaman) dilakukan pengujian terhadap aktivitas nitrat reduktase. Pengambilan data untuk produksi kedelai dilakukan setelah panen.

Analisis aktivitas nitrat reduktase dilakukan menurut Hari Hartiko dalam Danusila (1989). Daun ketiga dari pucuk tanaman kedelai dipetik sekitar jam 9-10 pagi sebagai sampel pengamatan. Daun yang dipetik tadi dicuci dengan aquades dan diris-iris untuk ditimbang sebanyak 200 mg. Bahan yang telah ditimbang tadi dimasukkan kedalam 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 dalam tabung gelap kemudian ditutup dan direndam selama 24 jam (1 hari). Volume buffer 5 ml untuk masing-masing tabung gelap yang telah diberi label sesuai dengan perlakuan. Setelah 24 jam, larutan buffer dibuang dan diganti dengan larutan buffer yang baru sebanyak 5 ml. 0,1 ml 5 M  $\text{NaNO}_3$  ditambahkan pada tiap tabung gelap. Waktu pada saat penambahan  $\text{NaNO}_3$  dinyatakan sebagai waktu inkubasi 0. Inkubasi dilakukan selama 2 jam. Setelah 2 jam waktu inkubasi, pada saat yang sama tabung reaksi diisi dengan reagen 0,2 ml 1% sulfanilamide yang dilarutkan dalam 3 N HCl dan 0,2 ml 0,02% larutan napthylethylendiamide. Kemudian 0,1 ml filtrat yang telah diinkubasi selama 2 jam tadi dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diisi reagen, HCl dan larutan napthylethylendiamide. Tabung reaksi dikocok agar filtrat bercampur untuk mempercepat reaksi. Didiamkan sekitar 15 menit sehingga terjadi reduksi  $\text{NO}_2$  dengan reagen pewarna yang akan memunculkan warna merah muda. Selanjutnya menambahkan 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.

#### Hasil dan Pembahasan

Komponen hasil yang diamati yaitu; aktivitas nitrat reduktase, produksi meliputi rata-rata jumlah polong isi/tanaman, berat biji kering/100 biji, berat biji kering/tanaman. Hasil

analisis varian satu jalan untuk kadar air dan aktivitas nitrat reduktase (ANR) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata antara kadar air dan ANR, pada uji lanjut Duncan (Tabel 1) tampak bahwa hasil tertinggi dicapai oleh perlakuan kapasitas lapang (KL) yang tidak berbeda nyata dengan 90% dan terendah perlakuan kadar air 10%. Tingginya kadar air yang menyebabkan tinggi pula nilai rata-rata ANR disebabkan oleh kondisi ketersediaan air pada 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 menghasilkan  $\text{NADPH}_2$  pada saat reaksi terang.  $\text{NADPH}_2$  yang dihasilkan tersebut cukup untuk mendukung aktivitas enzim nitrat reduktase saat mereduksi nitrat menjadi nitrit (Salisbury 1992). Enzim nitrat reduktase memperoleh elektron dari nukleosida atau  $\text{NADPH}_2/\text{NADH}_2$ .  $\text{NADPH}_2/\text{NADH}_2$  mentransfer elektron ke flavinadenindinukleotida (FAD) yang selanjutnya ditransfer ke molibdenum, kemudian akhirnya ke nitrat reduktase untuk mereduksi nitrat menjadi nitrit (Lehninger 1994).

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

Rendahnya nilai ANR yang terukur pada kadar air 10% disebabkan karena kadar air 10% merupakan lingkungan yang dapat menimbulkan tekanan bagi tanaman. Adanya tekanan akibat kekurangan air tersebut dapat menyebabkan penutupan stomata pada daun kedelai sehingga memotong suplai karbondioksida ke sel-sel mesofil. Akibatnya laju fotosintesis dalam sel-sel ini berkurang secara nyata oleh tingkat kekurangan air tersebut (Fitter 1991). Kecilnya efisiensi fotosintesis akan berpengaruh terhadap jumlah reducing power ( $\text{NADPH}_2/\text{NADH}_2$ ) yang dihasilkan sehingga elektron tidak tersedia dalam jumlah yang normal. Hal tersebut dapat mempengaruhi produksi ATP dan  $\text{NADPH}_2$ .

(Salisbury 1992). Hasil penelitian tersebut sejalan dengan pendapat Hale dan Orcutt (1987), diacu dalam Indradewa et al. (2004) yang menyatakan bahwa ANR menurun pada tanaman yang mengalami cekaman air. Penurunan ANR dapat berhubungan dengan penurunan translokasi nitrat di dalam xilem. Penurunan ANR pada gandum, barley, sorgum, jagung, kubis, dan safflower terjadi pada saat kekeringan (Indradewa et al. 2004).

Aktivitas nitrat reduktase (ANR) yang masih dapat terukur oleh spektrofotometer pada variasi kadar air 10% (walaupun ketersediaan air di lingkungan sekitar tanaman ada dibawah batas toleransi 5%), dapat disebabkan oleh adanya pembagian asimilat antara akar, bagian vegetatif di atas tanah, dan pertumbuhan reproduktif 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 dalam penyediaan rangka-rangka karbon untuk sintesis asam amino dan ureida. Kebutuhan tersebut harus bersaing dengan kebutuhan bagian vegetatif dan reproduktif akan mendapatkan asimilat-asimilat untuk aktivitas metabolismenya. Adanya asimilat yang tersedia walaupun sedikit untuk asimilasi nitrogen menyebabkan ANR dapat terukur pada spektrofotometer.

**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	Rata-rata jumlah polong isi/tanaman	Rata-rata berat biji kering/100 biji (gram)	Rata-rata berat biji kering/tanaman (gram)
KL	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

Hal yang sama terjadi pada hasil analisis dan uji lanjut terhadap parameter produksi (jumlah polong isi/tanaman, berat biji kering/ 100 biji, berat biji kering/tanaman). Kadar air berpengaruh juga terhadap nilai rata-rata produksi, pada uji lanjut Duncan (Tabel 2) tampak bahwa hasil tertinggi dicapai oleh perlakuan 90% dan terendah perlakuan kadar

air 10%. Namun antara KL, 90%, dan 70% pada berat biji kering/tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata sehingga bila ditinjau dari tingkat efisiensi ketersediaan air di lapangan, 70% merupakan kadar air yang secara efisien mampu menghasilkan nilai rata-rata hasil yang optimal. Pada kadar air 10% kedelai mengalami gangguan dalam fungsi fisiologisnya. Defisit air pada kadar air 10% saat fotosintesis berlangsung menurunkan kecepatan fotosintesis. Hal ini sebagai akibat dari menutupnya stomata dan meningkatnya resistensi mesofil yang pada akhirnya memperkecil efisiensi fotosintesis. Menutupnya stomata atau dengan stomata yang hanya tertutup sebagian pun, berakibat membatasi pemasukan  $\text{CO}_2$  sehingga konsentrasi  $\text{CO}_2$  mulai menurun di ruang udara dalam daun, dan konsentrasi  $\text{O}_2$  yang dilepas dari fotosintesis mulai naik.

Tingkat  $\text{CO}_2$  yang menurun dalam daun akan mengurangi bahan siklus Calvin. Karena konsentrasi  $\text{O}_2$  melebihi konsentrasi  $\text{CO}_2$  dalam ruang udara di dalam daun, maka rubisko atau enzim ribulosa bisfosfat karboksilase (RuBPkarboksilase) akan menambat dan menambahkan  $\text{O}_2$  (bukannya  $\text{CO}_2$ ) 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  $\text{CO}_2$  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 10% terhambat atau tidak optimal. Hal tersebut mempengaruhi ketersediaan asimilat untuk pertumbuhan generative kedelai sehingga produktivitasnya pun ikut dipengaruhi. Akibatnya, penuaan dan pemasakan polong terjadi lebih cepat sehingga biji yang terbentuk lebih kecil dan rata-rata nilainya secara

keseluruhan menjadi rendah.

Tekanan akibat kekurangan air pada kondisi kadar air 10% juga dapat menurunkan lalulintas air dan metabolisme dalam tubuh tanaman. Kelayuan yang berkepanjangan mengakibatkan kutikula kurang permeable terhadap air. Status ini menimbulkan kelambatan pada kecepatan transpor ion, respiration, aktivitas enzim dan sintesis protein serta terhambatnya proses translokasi. Menurunnya respiration akan berakibat pada berkurangnya energi yang dihasilkan dalam bentuk ATP, FADH<sub>2</sub>, dan NADH<sub>2</sub>. Pengaruh tidak langsung terhadap produksi dapat terjadi karena berkurangnya penyerapan hara tanah. Pada kadar air 10%, ketersediaan air didalam tanah sedikit sehingga menyebabkan rendahnya penyerapan unsur hara. Rendahnya penyerapan unsur hara dapat berarti rendah pula laju sintesis bahan kering (antara lain protein). Kondisi stress air pada kadar air 10% juga menurunkan laju translokasi fotosintat pada waktu kedelai memasuki fase pengisian polong. Hal ini menyebabkan polong pada kadar air 10% tidak seluruhnya terisi sempurna. Selain itu, biji yang terbentuk pun memiliki berat biji kering yang rendah. Hal tersebut membuktikan bahwa kadar air berpengaruh nyata terhadap produksi. Semakin rendah persentase kadar air, semakin rendah pula rata-rata produksi yang dihasilkan.

maka rata-rata produksi pun rendah. Berdasarkan analisis korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dan jumlah polong isi/tanaman, diperoleh nilai korelasi sebesar 0,682. Hal tersebut berarti bahwa keeratan hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dengan jumlah polong isi/tanaman adalah sebesar 68,2%. Sedangkan untuk berat biji kering/100 biji kedelai, nilai korelasinya sebesar 0,824. Hal tersebut berarti keeratan hubungan antara pengaruh aktivitas nitrat reduktase dengan berat biji kering/ 100 biji adalah sebesar 82,4%. Nilai korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dan berat biji kering/tanaman adalah 0,845, hal tersebut berarti keeratan hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dengan berat biji kering/tanaman sebesar 84,5%. Dari hasil uji keberartian korelasi linier (uji t) diketahui bahwa aktivitas nitrat reduktase berpengaruh nyata terhadap produksi kedelai. Nilai rata-rata produksi terbesar dimiliki oleh kedelai dengan perlakuan variasi kadar air 90% dan rata-rata produksi terkecil dimiliki oleh kedelai dengan perlakuan variasi kadar air 10%.

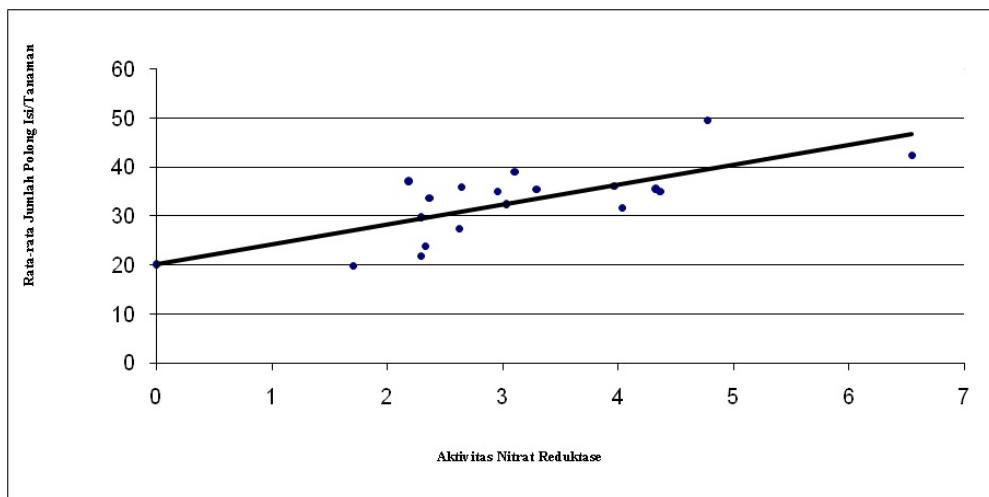
Hasil analisis regresi untuk jumlah polong isi/tanaman memperlihatkan nilai koefisien dari aktivitas nitrat reduktase sebesar 4,075 dan konstanta 20,158 sehingga hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dengan jumlah polong isi/tanaman dinyatakan dengan model persamaan  $Y = 20,158 + 4,075X$  ( $r^2 = 0,465$ ).

**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 varietas Burangrang (*Glycine max L. Merr var. Burangrang*). Tanda positif pada nilai  $r$  tiap-tiap parameter produksi menunjukkan bahwa korelasi antara aktivitas nitrat reduktase (ANR) dengan produksi bersifat positif. Hal ini berarti bahwa aktivitas nitrat reduktase dan produksi berubah ke arah yang sama. Apabila nilai ANR tinggi maka rata-rata produksi pun tinggi dan apabila ANR rendah

Model tersebut menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan satu nilai pada aktivitas nitrat reduktase maka akan diikuti kenaikan produksi dalam hal ini jumlah polong isi sebesar 4,075. Model persamaan  $Y = 20,158 + 4,075X$  disajikan dalam Gambar 1.



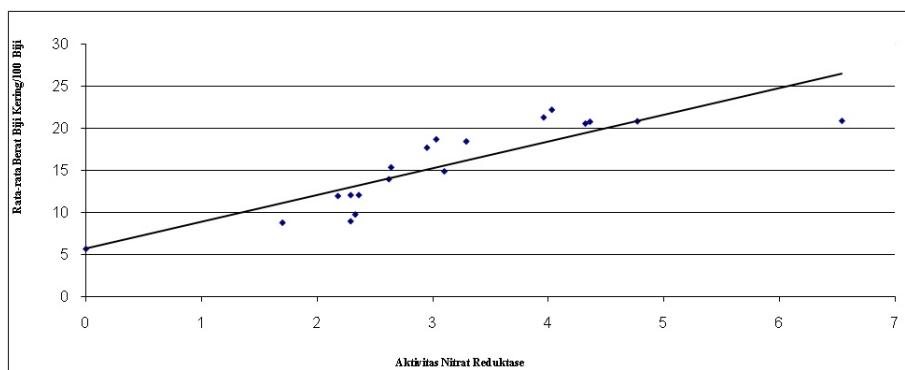
Gambar 1 Grafik regresi hubungan antara aktivitas nitrat reduktase pada berbagai variasi kadar air dan jumlah polong isi/tanaman

Berdasarkan Gambar 1 diketahui nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ) pada jumlah polong isi/tanaman sebesar 0,465. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa 46,5% variasi yang terjadi dalam produksi atau jumlah polong isi (Y) terjelaskan oleh aktivitas nitrat reduktase (X) melalui regresi linier  $Y = 20,158 + 4,075X$ .

Analisis regresi untuk berat biji kering/100 biji memperlihatkan hasil nilai koefisien dari aktivitas nitrat reduktase sebesar 3,171 dan konstanta sebesar 5,706 sehingga hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dengan berat biji kering/100 biji kedelai dinyatakan dengan model persamaan  $Y = 5,706 + 3,171X$  ( $r^2=0,679$ ). Model tersebut menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan satu nilai pada aktivitas nitrat reduktase maka akan diikuti kenaikan produksi dalam hal ini berat biji kering/100 biji sebesar 3,171. Model persamaan  $Y = 5,706 + 3,171X$  disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ) sebesar 0,679. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa 67,9% variasi yang terjadi dalam produksi atau berat biji kering/100 biji (Y) terjelaskan oleh aktivitas nitrat reduktase (X) melalui regresi linier  $Y = 5,706 + 3,171X$ .

Hasil analisis regresi untuk berat biji kering/tanaman memperlihatkan nilai koefisien dari aktivitas nitrat reduktase sebesar 9,105 dan konstanta sebesar 0,549 sehingga hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dengan berat biji kering dinyatakan dengan model persamaan  $Y = 0,549 + 9,105X$  ( $r^2= 0,714$ ). Model tersebut menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan satu nilai pada aktivitas nitrat reduktase maka akan diikuti kenaikan produksi dalam hal ini berat biji kering sebesar 9,105. Model persamaan  $Y = 0,549 + 9,105X$  disajikan dalam Gambar 3. Gambar tersebut menunjukkan nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ) sebesar 0,714. Dari

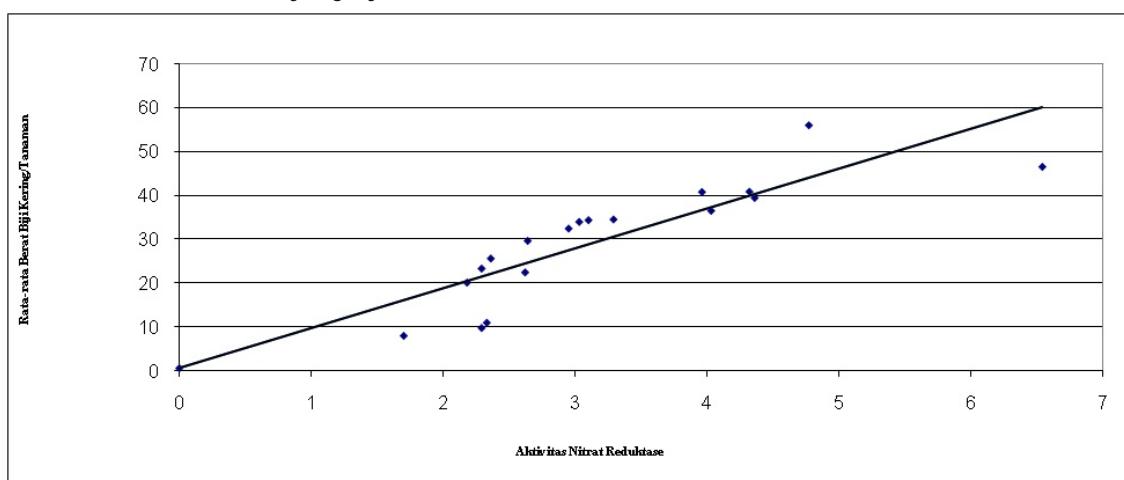


Gambar 2 Grafik regresi hubungan antara aktivitas nitrat reduktase pada berbagai variasi kadar air dan berat biji kering/100 biji kedelai

hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa 71,4% variasi yang terjadi dalam produksi atau berat biji kering (Y) terjelaskan oleh analisis nitrat reduktase (X) melalui regresi linier  $Y = 0,549 + 9,105X$ .

Perbedaan hasil yang nyata antara nilai

rata-rata produksi dengan variasi kadar air 90% dan 10% (Tabel 3) disebabkan karena variasi kadar air 90% memiliki ketersediaan air yang cukup untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman. Indikasi ini ditunjang oleh penelitian Riwanodja et al (2003) dimana cekaman pada



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

menjadi 50% air tersedia akan menurunkan berat biji per tanaman masing-masing sebesar 27% dan 45%. Kramer 1963, diacu dalam Riwanodja et al 2003 menyatakan bahwa defisit air tanaman akan mempengaruhi semua proses metabolismik dalam tanaman yang berakibat berkurangnya pertumbuhan tanaman. Di lapangan, cekaman kekeringan selama periode pengisian polong menurunkan hasil 55% (Soegiyatni dan Suyamto 2000). Riwanodja et al 2003 melaporkan bahwa penurunan lengas tanah dari 90% menjadi 50% menyebabkan penurunan secara nyata tinggi tanaman saat panen berturut-turut 15% dan 17% selama musim kemarau I dan musim kemarau II tahun 2003.

Penurunan hasil lebih besar terjadi pada tekanan kekeringan dengan kondisi kelengsangan tanah < 45% (Riwanodja et al. 2003). Hidayat (2000) menjelaskan bahwa, kondisi kapasitas lapang 100% lebih mendukung pada pertumbuhan minggu pertama sedangkan untuk pertumbuhan selanjutnya yang lebih mendukung adalah kondisi kapasitas lapang 80 % terhadap nisbah berat daun dan kadar air relatif dari tanaman bawang 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 metabolismik tanaman menjadi terganggu (Hidayat 2000).

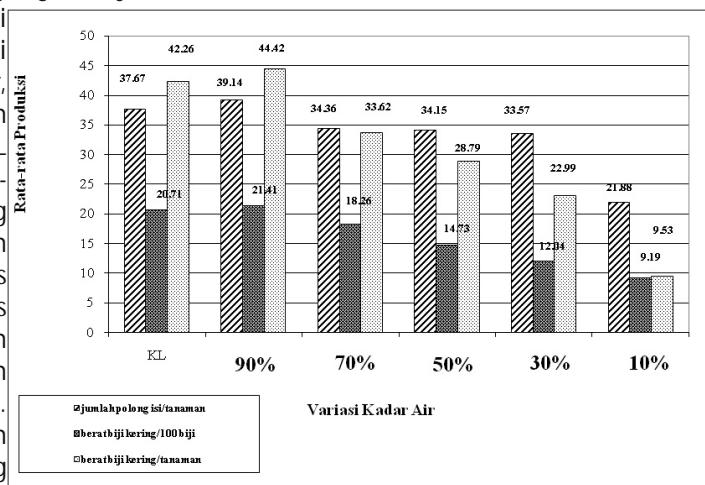
Nitrat yang diserap oleh tanaman direduksi oleh enzim nitrat reduktase menjadi nitrit yang kemudian akan direduksi lebih lanjut menjadi ammonium. Amonium kemudian akan bergabung dengan hasil-hasil antara fotosintesis untuk membentuk asam amino atau persenyawaan nitrogen lain yang organik. Ammonium yang 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 biomassa, biomassa akan menentukan daya hasil tanaman (Lehniger 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 rata-rata 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 varietas 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

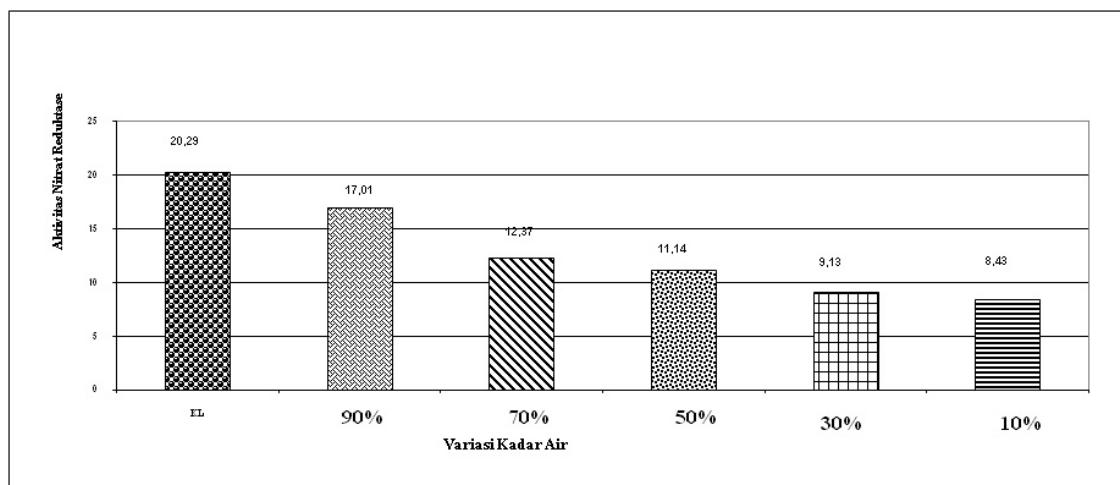
kenaikan laju reaksi.

Nilai rata-rata ANR yang rendah pada variasi kadar air 10% (gambar 4) menyebabkan jumlah nitrit yang akan diubah menjadi ammonium sedikit. Jika ammonium yang dihasilkan sedikit maka secara otomatis akan terjadi penurunan kadar asam amino yang dibentuk. Penurunan tersebut berpengaruh terhadap kadar protein yang dihasilkan (Salisbury 1992), sehingga berpengaruh juga terhadap produksi (berat biji kering) yang pada akhirnya dapat menurunkan hasil panen (gambar 5).



Gambar 5 Diagram rata-rata produksi akibat perlakuan variasi kadar air

Hasil penelitian ini menunjukkan korelasi yang positif dimana semakin rendah ANR, rata-rata produksi semakin rendah juga.



Gambar 4 Diagram rata-rata aktivitas nitrat reduktase (ANR) akibat variasi kadar air

- Daftar Pustaka
- Alnopri. 2004. Optimasi Prosedur Assay Aktivitas Nitrat Reduktase Daun Manggis. Bengkulu. Jurnal Akta Agrosia Vol.7 No.2 (62-66).
- Alnopri, M Taufik, DW Ganefanti, Prasetyo & Mukhtasar. 2004. Modifikasi Rancangan Dialil Untuk Mendapatkan Kopi Arabika Unggul Berdasarkan Aktivitas Nitrat Reduktase. Bengkulu. Jurnal Akta Agrosia Vol.7 No.2 (47-51).
- Anonim. 2007. Kedelai.  
<http://www.bi.go.id/sipuk/id/lm/kedelai>. [accessed 28 Januari 2007]
- [BPTP] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ungaran. 2000. Upaya Peningkatan Produksi Kedelai. Ungaran. Jurnal Liptan BPTP Ungaran / Oktober 2000.
- Fitter AH & RKM Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan Sri Andani & E. D. Purbayanti, 1991. Yogyakarta: UGM-Press.
- Goldsworthy PR & NM Fisher. 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.). Malang. On line at [images.soemarno.multiply.com/.../bawang%20merah%20peranan%20air%20dan%20fosfat.doc?nmid=22633939](http://images.soemarno.multiply.com/.../bawang%20merah%20peranan%20air%20dan%20fosfat.doc?nmid=22633939). [accessed 18 Juni 2008].
- Indradewa D, Soemartono S, Notohadisworno & Hari P. 2004. Metabolisme Nitrogen Pada Tanaman Kedelai Yang Mendapat Genangan Dalam Parit. Jurnal Ilmu Pertanian Vol.II No. 2 (68-75).
- Riwanodja, Suhartina & T Adisarwanto. 2003. Upaya Menekan Kehilangan Hasil Akibat Cekaman Kekeringan Pada Kedelai Di Lahan Sawah. Malang. On line at [ntb.litbang.deptan.go.id/2006/TPH/upaya.doc](http://ntb.litbang.deptan.go.id/2006/TPH/upaya.doc) [accessed 18 Juni 2008].
- Sadikin M. 2002. Biokomia Enzim. Jakarta: Widya Medika.
- Salisbury FB & CW Ross. 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 ( $HgCl_2$ ) (Sripsi). Yogyakarta: UGM-Press.
- Suyamto & Soegiyatni. 2002. Evaluasi Toleransi Galur-galur Kedelai Terhadap Kekeringan. Malang. On line at [ntb.litbang.deptan.go.id/2006/TPH/upaya.doc](http://ntb.litbang.deptan.go.id/2006/TPH/upaya.doc) [accessed 18 Juni 2008].