

## **Variabilitas dan Heritabilitas Aktivitas Nitrat Reduktase dan Karakter Daun Kopi Arabika Dataran Rendah**

### *Variability dan Heritability of Nitrate Reduktase Activity and Leaf Character Arabika Coffee at Low Land Environment*

**Mukhtasar, Prasetyo dan Alnopri**

*Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu*

*Jln. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A*

*Mukhtasar01thamrin@yahoo.com*

#### **ABSTRACT**

Governmental policy on coffee development in Indonesia was oriented to enhance production proportion of arabica coffee. Arabica coffee was well-grown at > 1000 m above sea level. Consideration was put on extensification of arabica coffee at lower area, middle and even low-land environment, of which were habitate of robusta. Consequently, an inovation should be proposed to engineer more adaptive arabica coffee under lower altitude. Grafting was a simple technology of combining goodness among two coffee genotypes, i.e. understump robusta and entress arabica, to gain new coffee genotype namely robbica. Ten genotypes of robbica were planted at two different low-land location namely experimental station, Faculty of Agriculture the University of Bengkulu (5 m above sea level), and collection station, Bentiring Permai (10 m above sea level) since 2007. Evaluation was taken place in October 2009. The best performance was shown by genotype of entress local arabica Gayo Upland, Nangroe Aceh Darussalam, and genotype of entress local North Sumatera. Couple leaves width and leaf greenness characteristics could considerably used for effective selection amongst low-land arabica coffee population. Heritability values of leaf characteristics, and nitrate reductase activity were low untill middle range in classification.

*Key word : variability, heritability, nitrate reductase activity, arabica coffee*

#### **ABSTRAK**

Kebijakan pemerintah untuk kopi adalah meningkatkan proporsi produksi kopi arabika, sedangkan kopi arabika tumbuh dengan baik pada daerah ketinggian di atas 1000 m dari permukaan laut (dpl). Pengembangan tanaman kopi arabika pada lahan ketinggian menengah dan dataran rendah perlu dipertimbangkan. Genotipe kopi arabika yang mampu memanfaatkan kondisi agroklimat dataran menengah atau dataran rendah secara optimal dapat dilakukan dengan merakit genotipe beradaptasi spesifik wilayah. Langkah yang dapat ditempuh salah satunya adalah dengan teknologi penyambungan (grafting) antara kopi arabika dengan kopi robusta. Penyambungan dilakukan dengan batang atas kopi arabika dan batang bawah kopi robusta. Kopi hasil penyambungan dinamakan kopi robbika. Sepuluh genotipe kopi robbika ditanam pada dua lokasi dataran rendah, yakni Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dengan ketinggian 5 meter dpl., dan Kebun Koleksi Bentiring Permai dengan ketinggian 10 meter dpl pada tahun 2007 dengan rancangan acak kelompok lengkap. Pengamatan sifat-sifat daun tanaman kopi dilaksanakan pada bulan Oktober 2009. Penampilan terbaik tanaman kopi budidaya dataran rendah adalah genotipe berbatang atas kopi arabika varietas lokal dataran tinggi Gayo provinsi Nangroe Aceh Darusalam dan genotipe berbatang atas kopi arabika lokal provinsi Sumatera Utara. Sifat luas sepasang daun dan tingkat kehijauan daun dapat digunakan sebagai sifat untuk seleksi yang efektif pada populasi kopi arabika budidaya dataran rendah. Nilai heritabilitas sifat-sifat daun tanaman kopi dan aktivitas nitrat reduktase berkisar antara rendah sampai sedang

*Kata kunci : variabilitas, heritabilitas, aktivitas nitrat reduktase, kopi arabika*

## PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah untuk pengembangan komoditas kopi adalah meningkatkan proporsi produksi kopi arabika. Hal tersebut didasarkan pada fenomena pangsa pasar kopi dunia hampir 75% dikuasai kopi arabika dan Indonesia menyumbang 10% dari jumlah tersebut, sisanya 25% merupakan kopi robusta dan Indonesia menyumbang 90% dari jumlah tersebut. Berdasarkan data tersebut, berarti ekspor kopi arabika Indonesia hanya 7,5% dan ekspor kopi robusta 92,5%. Pada tahun 2006 luas kopi arabika 177.100 ha dengan daya hasil 792 kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> dan diharapkan pada tahun 2025 menjadi 236.00 ha, dengan daya hasil 1200 kg/ha/tahun (Dirjen Bun, 2008).

Kopi arabika akan tumbuh dengan baik apabila memenuhi persyaratan dengan temperatur 18–25°C dan curah hujan 1200 – 2000 mm tahun<sup>-1</sup>, dengan 1 – 3 bulan kering. Persyaratan tanah yang dikehendaki adalah subur, dalam, gembur, dan pH antara 5,5–6,5. Lahan dengan persyaratan tersebut hanya diperoleh pada daerah ketinggian di atas 1000 m dari permukaan laut (Cambony, 1992). Upaya untuk memperoleh lahan seluas 236.000 ha pada ketinggian di atas 1000 m dpl., merupakan pekerjaan berat. Hal ini karena acapkali berbenturan dengan kebijakan tata guna lahan untuk sektor lain, yakni untuk hutan lindung atau taman nasional. Berdasarkan fenomena tersebut, maka pengembangan tanaman kopi arabika pada lahan ketinggian menengah dan dataran rendah perlu dipertimbangkan. Dataran menengah dan dataran rendah merupakan habitat pertumbuhan kopi robusta.

Genotipe kopi arabika yang mampu memanfaatkan kondisi agroklimat dataran menengah atau dataran rendah secara optimal dapat dilakukan dengan merakit genotipe beradaptasi spesifik wilayah. Proses pemuliaan tanaman kopi memerlukan waktu lama, yakni sampai 25 tahun, sehingga perlu dicari alternatif

mempercepat penemuan genotipe spesifik wilayah tersebut. Langkah yang ditempuh adalah dengan menggabungkan keunggulan kopi arabika dengan kopi robusta pada satu tanaman, memanfaatkan teknologi penyambungan (*grafting*).

Penyambungan dilakukan dengan batang atas kopi arabika dan batang bawah kopi robusta, sehingga hasil panen tetap kopi arabika dan dinamakan kopi robbika. Teknologi penyambungan pada tanaman kopi dilakukan pada fase serdadu. Fase serdadu adalah suatu keadaan bibit tanaman kopi berumur 1,5 – 2 bulan di persemaian ditandai oleh kotiledon masih tertutup oleh endosperma dan kuli ari atau kecambah belum mekar (Wringley, 1988). Penyambungan pada fase serdadu menunjukkan hasil cukup tinggi, yakni 93,75 sampai 100% (Alnopri *et al.*, 2008).

Genotipe kopi robbika akan mempunyai keunggulan kopi robusta sebagai batang bawah dan keunggulan kopi arabika sebagai batang atas. Keunggulan kopi robusta sebagai batang bawah adalah ketahanan terhadap nematoda, cekaman air, perakaran baik, dan sudah adaptif untuk kawasan sentra kopi robusta, terutama pada daerah *coffee triangle* (Provinsi Bengkulu, Lampung, dan Sumatera Selatan). Keunggulan kopi arabika sebagai batang atas adalah daya hasil tinggi, mutu fisik biji baik, mutu seduhan baik dan mutu cita rasa baik. Hasil penelitian pada fase bibit menunjukkan bahwa kombinasi batang bawah kopi robusta dengan batang atas kopi arabika varietas S-1934, Sigararutang dan Toraja menunjukkan pertumbuhan sangat baik (Alnopri, 2005).

Kriteria seleksi genotipe tanaman kopi berdaya hasil tinggi dapat ditempuh melalui pendekatan morfologi tanaman dan biokimiawi tanaman. Sifat morfologi tanaman kopi yang digunakan sebagai kriteria seleksi adalah sifat batang, sifat percabangan dan sifat buah

(Mawardi *et al.*, 1983). Sifat biokimiawi tanaman kopi yang digunakan sebagai kriteria seleksi adalah aktivitas enzim nitrat reduktase (Alnopri *et al.*, 1993).

Enzim nitrat reduktase merupakan enzim pertamadalam sintesis asam amino dan merupakan faktor pembatas reduksi nitrat menjadi ammonia, yang nantinya akan menentukan hasil. Aktivitas nitrat reduktase (ANR) dikendalikan secara genetis dan diwariskan pada keturunannya. Pada tanaman kopi, Alnopri *et al.* (1990) melaporkan bahwa ANR mempunyai nilai heritabilitas tinggi, yang berarti dominan dikontrol faktor genetik. Gallagher *et al.* (1980) dalam studi mengenai pewarisan pada tanaman gandum mendapatkan hasil bahwa ANR dikontrol oleh satu gen dominan. Informasi tersebut memberikan indikasi bahwa sifat ANR mudah diwariskan dan mempunyai korelasi dengan daya hasil, sehingga seleksi berdasarkan sifat ANR akan mendapatkan tanaman kopi ideal.

**METODE PENELITIAN**

Sepuluh genotipe kopi arabika ditanam pada dua lokasi dataran rendah, yakni Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dengan ketinggian 5 m dpl., dan Kebun Koleksi Bentiring Permai dengan ketinggian 10 m dpl pada tahun 2007. Pengamatan sifat-sifat daun tanaman kopi dilaksanakan pada bulan Oktober 2009.

Penelitian disusun berdasarkan rancangan tata ruang rancangan acak kelompok lengkap

(RAKL), dengan dua perlakuan yakni genotipe sebanyak 10 buah dan lingkungan sebanyak dua buah serta diulang tiga kali. Pada setiap genotipe per ulangan ditanam 3 (tiga) tanaman, sehingga jumlah tanaman setiap lokasi adalah 90 tanaman, sehingga jumlah total tanaman adalah 180 buah.

Sifat-sifat daun yang diamati adalah : Luas sepasang daun (cm<sup>2</sup>), berat sepasang daun (gram), Jumlah stomata, Tingkat Kehijauan daun, dan Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian seperti disajikan pada Tabel 1.

Estimasi nilai varians menggunakan rumus Baihaki (1982) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma^2 e &= KT e \\ \sigma^2 gl &= (KTgl - KTe)/r \\ \sigma^2 g &= (KTg - Kte)/rl \\ \sigma^2 p &= \sigma^2 g + \sigma^2 gl + \sigma^2 e. \end{aligned}$$

Untuk menentukan kriteria variabilitas digunakan ketentuan dari Anderson dan Bancroft (1952) yang dikutip oleh Komariah *et al.* (2004), yaitu variabilitas luas jika nilai varian lebih besar dua kali standar deviasi, dan variabilitas sempit jika nilai varian lebih kecil atau sama dengan dua kali standar deviasi.

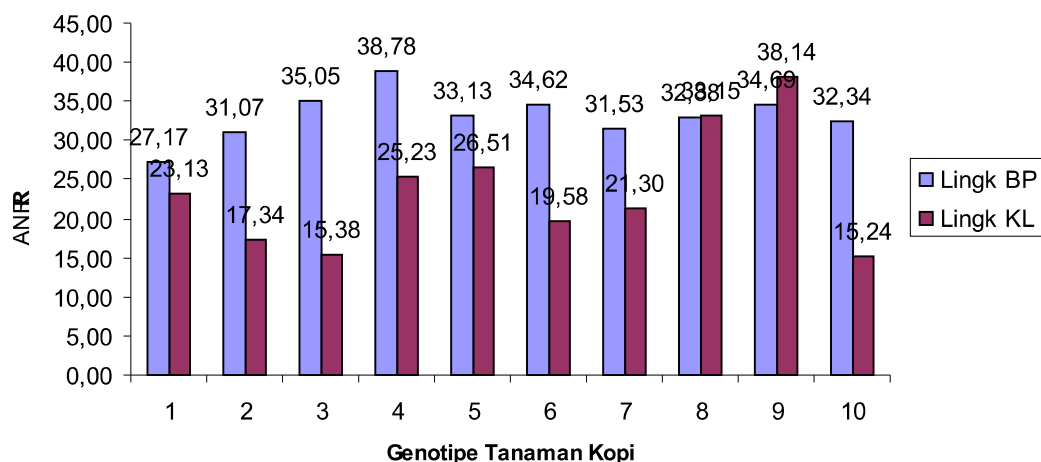
Heritabilitas dalam arti luas diduga dengan menggunakan rumus Allard (1960), yakni sebagai berikut :

$$h^2 = \sigma^2 g / \sigma^2 p.$$

Nilai duga daya waris (heritabilitas) diklasifikasikan menurut Mc Whirter (1979) sebagai berikut : tinggi jika h<sup>2</sup> > 50%, sedang jika 20% < h<sup>2</sup> < 50%, dan rendah jika h<sup>2</sup> , 20%.

**Tabel 1.** Analisis Varian masing-masing Peubah

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah (KT)	Nilai (NHKT)	Harapan	Kuadrat Tengah
Ulangan	R - 1				
Genotipe (G)	G - 1	KTg	$\Sigma^2 e + r \sigma^2 gl + rl \sigma^2 g$		
Lokasi (L)	L - 1	KTl	$\sigma^2 e + r \sigma^2 gl + rg \sigma^2 l$		
Interaksi GxL	(g-1)(l-1)	KTgl	$\sigma^2 e + r \sigma^2 gl$		
Galat	(r-1)(gl-1)	KTe	$\sigma^2 e$		



**Gambar 1.** Histogram aktivitas nitrat reduktase 10 genotipe kopi arabika

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lahan penelitian dan tanaman pada tahun 2009 menunjukkan bahwa pada lahan Bentiring Permai pertumbuhan tanaman kopi dan pohon naungan tumbuh dengan baik. Kondisi lahan penelitian Kandang Limun pertumbuhan tanaman agak terganggu dan banyak tanaman harus disulam dan pohon naungan mulai tumbuh dengan baik.

Penampilan Aktivitas Nitrat Reduktase pada lahan penelitian Bentiring Permai dan Kandang Limun disajikan dalam bentuk histogram pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa genotipe 9 dan 8 mempunyai nilai tinggi. Genotipe 8 mempunyai batang atas kopi arabika varietas

lokal dataran tinggi Gayo provinsi Nangroe Aceh Darusalam (NAD). Varietas kopi lokal dataran tinggi Gayo mempunyai tipe pertumbuhan jagur dan dibudidayakan dengan sistem organik, sehingga mempunyai sertifikat kopi organik dengan harga lebih tinggi dibandingkan kopi arabika non-organik. Genotipe 9 mempunyai batang atas kopi arabika lokal provinsi Sumatera Utara. Varietas lokal provinsi Sumatera Utara mempunyai tipe pertumbuhan kate dan mempunyai keunggulan cepat berproduksi, sehingga dapat ditanam dengan populasi tinggi dan banyak ditanam oleh petani kopi.

Nilai varian genetik dan varian penotipik serta nilai duga daya waris (heritabilitas) dalam arti luas disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 2.** Nilai variabilitas dan heritabilitas aktivitas nitrat reduktase dan sifat daun tanaman kopi arabika

Sifat	Varian g	Varian p	Heritabilitas (%)
Luas Sepasang Daun	89,78 (luas)	978,20 (luas)	9,18 (rendah)
Berat Sepasang Daun	0,04 (sempit)	0,36 (luas)	10,86 (rendah)
Tingkat Kehijauan Daun	21,95 (luas)	109,14 (luas)	20,11 (sedang)
Jumlah Stomata	0,287 (sempit)	7,574 (luas)	3,79 (rendah)
Aktivitas Nitrat Reduktase	12,55 (sempit)	65,29 (luas)	19,22 (rendah)

Tabel 2 menunjukkan bahwa variabilitas penotipik adalah luas untuk semua sifat daun tanaman kopi arabika. Variabilitas genetik adalah luas untuk sifat luas sepasang daun dan tingkat kehijauan daun. Sifat berat sepasang daun, jumlah stomata dan aktivitas nitrat reduktase mempunyai variabilitas genetik sempit. Berdasarkan variabilitas genetik dan penotipik, maka sifat luas sepasang daun dan tingkat kehijauan daun dapat digunakan sebagai sifat untuk seleksi yang efektif. Efektivitas seleksi sangat ditentukan oleh luasnya variabilitas genetik (Fehr, 1987).

Nilai heritabilitas luas sepasang daun, berat sepasang daun, jumlah stomata, dan aktivitas nitrat reduktase terindikasi rendah. Nilai heritabilitas rendah untuk suatu sifat menggambarkan bahwa sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Sifat-sifat dengan nilai heritabilitas rendah pewarisannya sangat sulit, sehingga seleksi hanya efektif jika dilakukan pada generasi lanjut.

Nilai heritabilitas aktivitas nitrat reduktase sebesar 19,22% dengan klasifikasi rendah menunjukkan perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Alnopri *et al.* (1993) mengemukakan bahwa aktivitas nitrat reduktase pada tanaman kopi arabika mempunyai nilai heritabilitas dalam arti sempit sebesar 31,96% dan heritabilitas dalam arti luas sebesar 63,90%.

Fenomena nilai heritabilitas pada tanaman kopi tersebut diduga karena populasi tanaman yang diteliti berbeda. Nilai heritabilitas dapat dipengaruhi oleh populasi yakni tanaman menyerbuk silang atau menyerbuk sendiri, generasi populasi, dan besaran genotipe dalam populasi. Kopi arabika yang diteliti merupakan gabungan batang bawah kopi robusta dan batang atas kopi arabika. Kopi arabika mempunyai sifat menyerbuk sendiri dan kopi robusta mempunyai sifat menyerbuk silang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penampilan terbaik tanaman kopi budidaya dataran rendah adalah genotipe 8 (batang atas kopi arabika varietas lokal dataran tinggi Gayo

provinsi Nangroe Aceh Darusalam) dan genotipe 9 (batang atas kopi arabika lokal provinsi Sumatera Utara).

Sifat luas sepasang daun dan tingkat kehijauan daun dapat digunakan sebagai sifat untuk seleksi yang efektif untuk populasi kopi arabika budidaya dataran rendah.

Nilai heritabilitas sifat-sifat daun tanaman kopi berkisar antara rendah sampai sedang, sehingga sifat-sifat daun tersebut sulit untuk diwariskan dan untuk seleksi perlu dilakukan pada generasi lanjut.

## SANWACANA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, Dit-Jen Dikti, Departemen Pendidikan Nasional atas dana penelitian melalui skim Hibah Bersaing Tahun 2009, Muhammad Noor Alwie yang telah membantu mengamati peubah-peubah penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding, John Wiley and Sons Inc. NY.
- Alnopri. 2005. Bibit kopi arabusta sambungan fase serdadu sebagai teknologi konversi robusta ke arabika. Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Kering. Bandar Lampung 20-21 September 2005. 166-169.
- Alnopri, A. Baihaki, R. Setiamihardja, dan S. Moeljopawiro. 1993. Upaya memperpendek daur pemuliaan berdasarkan analisis aktivitas nitrat reduktase tanaman kopi. Disertasi Universitas Padjadjaran Bandung.
- Alnopri, Prasetyo, dan D.W. Ganefianti. 2008. Uji genotipe harapan kopi arabusta berdasarkan analisis aktivitas nitrat reduktase dan analisis isoenzym peroksidase. Laporan Penelitian Fundamental. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

- Alnopri, R. Setiamihardja, S. Moeljopawiro, dan N. Hermiati. 1990. Aktivitas nitrat reduktase daun sebagai kriterium seleksi kopi robusta. Tesis Magister. Fakultas Pascasarjana Universitas Padjadjaran Bandung.
- Baihaki, A. 1982. Pengertian Nested dan "cross classified variabel" serta mencari cara penulisan komponen varians dalam rancangan percobaan untuk estimasi varians genetik total. Bagian Statistika Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Cambrony, H.R. 1992. Coffee Growing. The Tropical Agriculturalist. The Macmillan Press. LTD, London.
- Dirjen Perkebunan. 2008. Produksi kopi Indonesia masih posisi empat dunia. [http://databasedeptan. Go.id/bdsp.web/bdsp](http://databasedeptan.Go.id/bdsp.web/bdsp) 2008/kompas.com. download 20 Maret 2008.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development. Theory and Technique. MacMillan Publishing Company, A Division of MacMillan Inc, NY.
- Gallagher, L.W., K.M. Soliman, C.O. Qualset, R.C. Huffaker, and D.W. Rains. 1980. Major gene control of nitrate reductase activity in common wheat. *Crop Sci.* 20 : 717-721.
- Komariah, A., A. Baihaki, R. Setiamihardja, dan S. Djakasutami. 2004. Hubungan antara aktivitas nitrat reduktase, Kadar N total dan karakter penting lainnya dengan toleransi tanaman kedelai tahan genangan. *Zuriat.* 15(2) : 163-168.
- Mawardi, S., A. Iswanto, dan S. Hartobudoyo. 1983. Seleksi pada F-2 tanaman kopi arabika I Penentuan kriterium seleksi berdasarkan komponen hasil. *Menara Perkebunan* 51(4) : 97-101.
- Mc Whirter, K.S. 1979. Breeding of Cross Pollination Crop in R. Knight (ed.). *Plant Breeding.* Brisbane Australian Vice-Chancellors Committee.
- Wringley, G. 1988. Coffee (Tropical Agriculture Series) Longman Singapore Publisher, Singapore.