

UJI VARIABILITAS GENETIK BEBERAPA POPULASI F1 TOMAT DI DATARAN RENDAH (Genetic Variability Analysis of Some Population F1 Tomato in Lowland)

Surjono Hadi Suṭjahjo¹⁾, Catur Herison²⁾, Ineu Sulastrini³⁾,
Siti Marwiyah¹⁾, Anggi Nindita¹⁾

¹⁾Dep. Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

²⁾Staff Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

³⁾Peneliti Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang

ABSTRAK

Informasi genetik suatu populasi diperlukan untuk mendukung kegiatan seleksi dalam pemuliaan tanaman. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh informasi keragaman genetik dari beberapa populasi tomat yang diuji di dataran rendah. Penelitian dilaksanakan pada Juli sampai November 2014 di KP Leuwikopo IPB (250 m dpl) dengan materi genetik yaitu 13 populasi F1 dan 8 tetua tomat. Genotipe yang diuji berpengaruh nyata terhadap karakter yang diamati seperti tinggi tanaman, padatan total terlarut, jumlah buah, jumlah rongga buah, persen bobot buah pecah, persen jumlah buah pecah, dan kekerasan buah tomat. Nilai GCV tinggi pada karakter bobot buah total, jumlah rongga buah, persen bobot buah pecah, persen jumlah buah pecah, dan kekerasan buah menunjukkan adanya pengaruh keragaman genetik tinggi dibandingkan pengaruh lingkungan. Karakter tinggi tanaman dan kekerasan buah memiliki nilai duga heritabilitas tinggi dan kemajuan genetik tinggi. Seleksi sederhana secara efektif dapat dilakukan pada populasi tomat di dataran rendah ini berdasarkan penampilan fenotipik kedua karakter tersebut.

Kata kunci: Heritabilitas, kemajuan genetic, ragam genetic.

ABSTRACT

Genetic information of plant population is important for selection in breeding program. The objective of this experiment were to study the genetic variability of some tomato populations in lowland. The experiment done at Leuwikopo IPB field research station (250 m dpl), July until November 2014. The study consisted 13 F1 populations and 8 parental line. Genotypes was significant to plant height, total suspended solid, number of fruit, number of locules per fruit, weight percentage of fruit cracking, percentage of fruit cracking, and firmness of fruit. High estimation of GCV were obtained for total fruit weight, number of locules per fruit, weight percentage of fruit cracking, percentage of fruit cracking, and firmness of fruit, indicated genetic influence were higher than environment influence on phenotypes. Hight heritability assisted with hight genetic advance was observed for plant height and firmness of fruit. Simple selection based on phenotypic performance of these traits would be more effective for these tomato population in lowland.

Keywords: Genetic advance per mean, genetic variability, heritability.

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu sayuran buah yang memiliki nilai ekonomi cukup baik di Indonesia. Menurut Direktorat

Jenderal Hortikultura Indonesia tahun 2012 bahwa Indonesia mengalami peningkatan produksi tomat selama periode 2007–2011 sebanyak 79.643 ton per tahun. Akan tetapi, produksi tomat nasional mengalami penurunan pada tahun 2012 dan menyebabkan Indonesia harus melakukan impor tomat sebesar 9.857 ton untuk memenuhi permintaan tomat dalam negeri. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa produksi tomat di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan tomat nasional secara stabil. Kementerian Pertanian (2012) melaporkan bahwa data produktivitas tomat nasional hanya mencapai 14,3 ton ha⁻¹. Data tersebut memberikan gambaran bahwa produksi tomat di Indonesia masih jauh dari potensi produksinya yaitu 45,7–80 ton ha⁻¹.

Tomat banyak dibudidayakan secara intensif di dataran tinggi dan saat ini terus berkembang ke dataran rendah. Produksi tomat di dataran rendah menghadapi banyak kendala yang berakibat pada rendahnya produktivitas. Selain itu, rendahnya kualitas buah tomat di dataran rendah ini memiliki peluang lebih besar dibandingkan di dataran tinggi karena ketidaksesuaian agroklimatologi. Ancaman pecah buah dan layu bakteri merupakan kejadian yang banyak ditemukan di dataran rendah, yang menyebabkan rendahnya produksi dan kualitas buah tomat di dataran rendah tropik.

Penyakit layu bakteri pada tomat disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* yang menyebabkan kerusakan pada pertanaman dan bahkan pascapanen. Penyakit ini tidak hanya terdapat di Indonesia bahkan di wilayah tropic dan subtropik di dunia. Pertanaman tomat hibrida di Taiwan yang terserang penyakit ini mengalami kehilangan produksi buah segar hingga 15–29% (Hartman *et al.* 1993; Hsu *et al.* 1993; Paath, 1994). Khusus untuk kasus di Indonesia, penyakit layu bakteri di Sulawesi Utara di daerah Tomohon dapat mencapai sekitar 80–90% (Paath, 1994). Menurut Trigalet *et al.* (1994), penyakit ini dapat diatasi dengan menggunakan beberapa varietas tomat toleran layu bakteri.

Pecah buah terjadi karena adanya perubahan yang cepat pada laju pertumbuhan buah akibat genetik dan lingkungan seperti hujan, pengairan tidak teratur, pemangkasan, suhu tinggi, intensitas cahaya tinggi, kelembaban udara, dan kandungan kalsium dan boron tanah (Dorais *et al.* 2004; Maboko, 2006;

Liebisch, 2009). Penelitian tentang pecah buah telah banyak dilakukan pada tomat tetapi belum memberikan informasi yang menyeluruh tentang pola pewarisannya. Karakter yang dapat dijadikan sebagai penanda seleksi untuk ketahanan pecah buah adalah persentase bobot buah pecah per tanaman rendah, persentase jumlah buah pecah pertanaman rendah dan padatan total terlarut yang tinggi (Wahyuni, 2014).

Penggunaan varietas adaptif di dataran rendah dengan sifat unggul produksi tinggi, tahan terhadap penyakit utama seperti layu bakteri, serta toleran terhadap pecah buah, masih belum dilakukan oleh petani karena berkaitan dengan belum tersedianya benih komersial yang memiliki keunggulan seperti itu. Oleh karena itu, perlu dilakukan perakitan varietas tomat berproduksi tinggi, tahan layu bakteri, toleran pecah buah melalui program pemuliaan tanaman.

Introduksi gen ketahanan terhadap layu bakteri atau gen untuk sifat toleransi pecah buah ke dalam suatu individu dengan sifat agronomis unggul dapat dirancang dalam suatu program pemuliaan konvensional melalui persilangan. Keberhasilan program ini perlu didukung dengan pemilihan tetua yang tepat, informasi genetik, informasi pewarisan sifat ketahanan layu bakteri juga pewarisan sifat toleransi terhadap pecah buah.

Evaluasi dan studi genetik suatu rekombinan hasil persilangan perlu dilakukan dari awal untuk mengetahui status genetik suatu genotipe terhadap tujuan yang ingin dicapai. Perbaikan tanaman tergantung pada seberapa besar keragaman genetik dan seberapa besar suatu sifat itu diwariskan. Shankar *et al.* (2013) berpendapat bahwa informasi variabilitas genetik pada karakter-karakter komponen hasil dan hasil, penting diketahui untuk perbaikan suatu tanaman. Karakter komponen hasil dan hasil merupakan karakter yang mendapat pengaruh lingkungan sangat besar dan banyak gen yang berperan dalam pewarisannya. Karakter suatu tanaman merupakan manifestasi dari pengaruh genetik dan lingkungan. Pemisahan nilai duga ragam ke dalam komponen ragam yang mewaris dan tidak mewaris penting untuk menduga secara tepat tentang variasi genetik suatu sifat. Parameter genetik seperti koefisien keragaman fenotipik (*Phenotypic coefficient of variation/PCV*) dan koefisien keragaman genetik

(*Genotypic coefficient of variation/GCV*) penting dalam menduga sejumlah variabilitas yang ada dalam suatu genotype. Heritabilitas juga penting dalam menduga besarnya pengaruh lingkungan terhadap genetik untuk suatu sifat yang muncul. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menguji variabilitas genetik pada beberapa populasi F1 tomat di dataran rendah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan bulan Juli sampai dengan November 2014 di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB, Bogor. Lokasi tersebut termasuk dataran rendah dan berada pada ketinggian 250 m dpl. Pengamatan karakter komponen hasil dan hasil dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.

Materi Genetik

Genotipe tanaman yang diuji adalah 13 populasi F1 tomat dan 8 genotipe tetua tomat.

Pelaksanaan Penelitian

Persemaian bibit dalam tray dilaksanakan selama 4 minggu di rumah plastik di KP Leuwikopo IPB, Bogor. Media semai menggunakan campuran homogen antara tanah, pupuk kandang dan cocopeat. Pemeliharaan bibit meliputi penyiraman, pemupukan daun, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman.

Pindah tanam bibit tomat dilaksanakan sore hari untuk mengurangi stress pada tanaman. Lahan uji berupa bedengan yang telah diberi pupuk kandang dengan dosis 10 ton ha⁻¹ dan ditutupi mulsa plastik hitam perak. Ukuran bedengan yaitu 1 x 5 m dengan aplikasi jarak tanam 60 x 50 cm sehingga setiap bedengan terdiri atas 20 tanaman per genotipe.

Pemeliharaan tanaman dimulai dengan pemasangan ajir tegak pada awal tanam dan pengikatan tanaman secara berkala. Pemasangan ajir penopang samping dilakukan saat tanaman mulai berbunga. Pemupukan rutin dilakukan setiap minggu sampai akhir panen berupa pemberian larutan NPK Mutiara dengan dosis 10 g per liter air dan dosis aplikasi per tanaman adalah 250 ml larutan pupuk. Pengendalian organisme pengganggu (OPT) dilakukan setiap minggu atau

sesuai tingkat serangan OPT di lapangan dengan aplikasi insektisida dan fungisida sintetis.

Pemanenan dilakukan tidak serempak terhadap buah pertama dan selanjutnya dilaksanakan secara rutin setiap satu minggu sekali selama 8 minggu. Kriteria buah panen yaitu kematangan mencapai 80-100%. Buah yang dipanen dipisahkan per tanaman contoh dan bukan contoh. Penimbangan dan pengukuran buah dilaksanakan di laboratorium.

Pengamatan

Karakter kuantitatif yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi: tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), jumlah buah, bobot per buah (g), bobot buah total (g), jumlah rongga buah, padatan total terlarut ($^{\circ}$ Brix), persentase bobot buah pecah (%), dan kekerasan daging buah (kgcm^{-1}).

Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis berdasarkan analisis ragam dan selanjutnya dilakukan pendugaan terhadap komponen ragam berdasarkan Burton dan Devane (1953), yaitu:

$$\text{Ragam genotipe } (\sigma^2g) = (\text{MSg}-\text{MSe})/r$$

$$\text{Ragam lingkungan } (\sigma^2e) = \text{MSe}$$

$$\text{Ragam fenotipe } (\sigma^2p) = \sigma^2g + \sigma^2e;$$

dengan MSg dan MSe berturut-turut adalah *mean square* (kuadrat tengah/KT) untuk genotype dan galat pada analisis ragam; r adalah ulangan.

Pendugaan terhadap parameter GCV dan PCV dilakukan mengikuti formula Singh and Chaudhary (1977) yaitu:

$$\text{GCV} = (\sigma g/\text{rataan total}) \times 100$$

$$\text{PCV} = (\sigma p/\text{rataan total}) \times 100,$$

dengan σg merupakan standar deviasi ragam genotipe dan σp adalah standar deviasi fenotipe. Pengkelasan GCV dan PCV ditentukan menurut Subramaniam dan Menon (1973) bahwa kisaran 0–10% termasuk rendah, 10–20% sedang dan > 20% termasuk tinggi.

Pendugaan heritabilitas arti luas (h_{bs}) untuk karakter yang diamati mengikuti persamaan Allard (1990) yaitu: $(\sigma^2_g/\sigma^2_p) \times 100$. Penentuan kelas heritabilitas ditentukan menurut Elford dan Stanfield (2002) yaitu rendah (0–20%), sedang (20–50%) dan tinggi (>50%). Pendugaan kemajuan seleksi (G) dengan intensitas seleksi (i) pada 5% (2.06) dihitung berdasarkan persamaan Johnson *et al.* (1955) yaitu: $i \times \sigma_p \times h_{bs}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Keragaman

Hasil analisis 13 genotipe tomat (13 populasi F1) yang diuji pada Tabel 1, menunjukkan adanya pengaruh genotipe untuk karakter tinggi tanaman, padatan total terlarut, jumlah buah, jumlah rongga buah, persen bobot buah pecah, persen jumlah buah pecah, dan kekerasan buah tomat. Ini menunjukkan bahwa terdapat keragaman karakter-karakter tersebut dalam kumpulan genotipe yang diuji ini. Adanya perbedaan pengaruh genotipe terhadap suatu karakter mengindikasikan bahwa seleksi dapat dilakukannya untuk karakter yang bersangkutan.

Tabel 1 Hasil analisis ragam beberapa karakter kuantitatif tomat yang diamati

Karakter	Kuadrat tengah sumber keragaman		
	MSg	MSr	MSe
Tinggi tanaman (cm)	562,48**	271,020	83,990
Diameter batang (mm)	1,17tn	7,369	0,762
Padatan total terlarut ($^{\circ}$ Brix)	0,89**	0,102	0,096
Bobot per buah (g)	78,60tn	9,510	66,800
Jumlah buah	81,28*	160,060	35,220
Bobot buah total (g)	91.467,00tn	39.519,000	71.951,000
Jumlah rongga buah	18,09*	0,157	0,074
Persentase bobot buah pecah (%)	295,43**	18,480	15,980
Persentase jumlah buah pecah (%)	479,73**	45,320	33,070
Kekerasan buah (kgcm^{-1})	1.232,1**	8,100	27,700

Keterangan: ****tn = berbeda nyata pada 1%, 5% dan tidak nyata berdasarkan uji F; MSg = kuadrat tengah genotype (perlakuan); MSr = kuadrat tengah ulangan; MSe = kuadrat tengah galat.

Karakter yang memiliki keragaman genetik (GCV) rendah yaitu berada pada kisaran nilai 0–10% adalah diameter batang dan padatan total terlarut (Tabel 2); karakter dengan GCV sedang (10–20%) adalah tinggi tanaman, bobot per buah, dan jumlah buah; sedangkan GCV tinggi (>20%) terdapat pada karakter bobot buah total, jumlah rongga buah, persen bobot buah pecah, persen jumlah buah

pecah, dan kekerasan buah memiliki kisaran nilai GCV yang tergolong tinggi. Shankar *et al.* (2013) melaporkan nilai GCV yang tinggi untuk karakter bobot buah total dan GCV rendah untuk padatan terlarut total pada tanaman tomat. Parameter PCV tinggi terdapat pada karakter diameter batang, padatan terlarut total, dan bobot per buah. Sedangkan nilai PCV rendah terdapat pada karakter tinggi tanaman, bobot buah, persen jumlah buah pecah dan kekerasan buah. Singh *et al.* (1994) menjelaskan bahwa nilai duga GCV dan PCV yang tinggi dari suatu karakter mengindikasikan bahwa seleksi dapat lebih efektif terhadap karakter tersebut dan ekspresi fenotipe karakter ini mencerminkan potensi genotipik yang baik.

Tabel 2 Pendugaan parameter genetik karakter kuantitatif tomat

Karakter	Ragam genetik	Ragam fenotipe	Deviasi genotipe	Deviasi fenotipe	GCV (%)	PCV (%)
Tinggi tanaman (cm)	159,50	243,49	12,63	15,60	19,23	23,76
Diameter batang (mm)	0,14	0,90	0,37	0,95	4,38	11,26
Padatan total terlarut ("Brix)	0,27	0,36	0,52	0,60	7,39	8,62
Bobot per buah (g)	3,93	70,73	1,98	8,41	11,18	47,42
Jumlah buah	15,35	50,57	3,92	7,11	19,51	35,40
Bobot buah total (g)	6505,33	78456,33	80,66	280,10	21,99	76,36
Jumlah rongga buah	6,00	6,08	2,45	2,47	66,79	67,20
Persentase bobot buah pecah (%)	93,15	109,13	9,65	10,45	132,39	143,30
Persentase jumlah buah pecah (%)	148,89	181,96	12,20	13,49	128,00	141,50
Kekerasan buah (kgcm ⁻¹)	401,47	429,17	20,04	20,72	32,50	33,60

Keterangan: GVC = koefisien keragaman genetic; PVC = koefisien keragaman fenotipik

Heritabilitas dan kemajuan genetik

Heritabilitas memiliki peranan penting dalam program seleksi tanaman (Solieman *et al.* 2012). Karakter hasil umumnya mendapat pengaruh lingkungan yang besar sehingga memiliki nilai heritabilitas rendah, misalnya karakter bobot per buah dan bobot buah total (Tabel 3). Nilai heritabilitas tinggi selain pengaruh genetik yang lebih besar dibandingkan pengaruh lingkungan juga menandakan bahwa adanya keterlibatan gen aditif dalam pewarisan sifat tersebut sehingga seleksi dapat dilakukan dengan lebih akurat dan cepat (Islam dan Uddin, 2009). Karakter yang diamati dalam penelitian ini umumnya menunjukkan nilai duga heritabilitas yang tergolong tinggi.

Tabel 3 Pendugaan nilai heritabilitas arti luas dan kemajuan genetik

Karakter	Heritabilitas	Kemajuan genetik
Tinggi tanaman (cm)	65,505	21,056
Diameter batang (mm)	15,166	0,296
Padatan total terlarut ($^{\circ}$ Brix)	73,626	0,915
Bobot per buah (g)	5,561	0,963
Jumlah buah	30,359	4,447
Bobot buah total (g)	8,292	47,843
Jumlah rongga buah	98,783	5,017
Persentase bobot buah pecah (%)	85,357	18,369
Persentase jumlah buah pecah (%)	81,825	22,737
Kekerasan buah (kgcm^{-1})	93,546	39,921

Informasi heritabilitas tinggi yang didukung dengan rataan kemajuan genetik tinggi akan sangat bermanfaat dalam memprediksi efek yang dihasilkan selama dilakukan seleksi genotipe terbaik daripada hanya informasi heritabilitas (Johnson, 1955). Heritabilitas tinggi yang berasosiasi dengan kemajuan genetik tinggi mengindikasikan adanya pengendalian genetik oleh gen-gen aditif dalam pewarisan karakter terkait, seperti terdapat pada karakter 50% hari berbunga, jumlah bunga per tandan dan padatan total terlarut (Dilnesaw *et al.* 2013). Karakter tinggi tanaman dan kekerasan buah menunjukkan nilai heritabilitas dan rataan kemajuan genetik tinggi sehingga karakter-karakter tersebut dapat digunakan dalam memilih populasi rekombinan tomat yang baik. Dilnesaw *et al.* (2013) memilih karakter tinggi tanaman pada kedelai (tanaman menyerbuk sendiri) sebagai karakter seleksi dalam perbaikan produksi kedelai karena memiliki nilai heritabilitas dan rataan kemajuan genetik yang tinggi.

KESIMPULAN

Populasi F1 tomat yang diuji memiliki keragaman genetik berdasarkan hasil analisis ragam. Nilai koefisien keragaman genetik (GCV) tinggi pada karakter bobot buah total, jumlah rongga buah, persen bobot buah pecah, persen jumlah buah pecah, dan kekerasan buah menunjukkan pengaruh genetik besar pada penampilan karakter tersebut. Karakter tinggi tanaman dan kekerasan buah memiliki nilai heritabilitas dan kemajuan genetik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai kriteria seleksi dalam program pemuliaan tomat di dataran rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai melalui penelitian KKP3N NO. 59/PL.220/I.1/3/2014.K Tanggal 10 Maret 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard RW. 1990. Principle of plant breeding. Jhon Wiley & Sons, New York.
- Burton CW, Devane EH. 1953. Estimating heritability and diversity studies in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). [tesis]. Dharwad. University of Agricultural Science.
- Dilnesaw Z, Abadi S, Getahun A. 2013. Genetic variability and heritability of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes in Pawe district, Metekel zone, Benishangule Gumuz regional state, northwestern Ethiopia. J of Agric Res. 2: 240–245.
- Direktorat Jenderal Hortikultura Indonesia. 2012. Produksi tomat menurut provinsi, 2007-2011. <http://hortikultura.deptan.go.id> [Januari 2014]
- Dorais M, Papadopoulos AP, Ieperen WV. 2004. Greenhouse tomato fruit cuticule cracking. In Janick J (Eds). Horticulture reviews: 30. John Wiley & Sons, Inc.
- Hartman GL, Elphinstone JG. 1993. Advances in the control of *Ralstonia solanacearum* race 1 in major food crops. In: Hayward AC., Hartman GJ (Eds.). Bacterial wilt. The disease and its causative agent, *Ralstonia solanacearum*. Wallingford: CAB International. Hal:157–177.
- Hsu ST, Chen CC, Liu HY, Tzeng KC. 1993. Colonization of roots and control of bacterial wilt of tomato by fluorescens *Ralstonia*. In: Hartman GL, Hayward AC (Eds). *Bacterial wilt*. Proceedings of an international symposium. Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. ACIAR Proceedings No.45, Canberra ACIAR. Hal:305–311.
- Islam MS, Uddin MS. 2009. Genetic variation and trait relationship in the exotic and local eggplant germplasm. Bangladesh J Agril Res. 34:91–96.
- Johnson HW, Robinson HF, Comstock RE. 1955. Estimation of genetic and environmental variability in soybean. Agronomy J. 47:314–318.
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2012. Daftar keputusan menteri pertanian. <http://deptan.go.id> [Januari 2014].
- Liebisch F, Max JFJ, Heine G, Horst WJ. 2009. Blossom end rot and fruit cracking of tomato grown in net-covered greenhouse in central Thailand can

- partly be corrected by calcium and boron sprays. *J Plant Nutr Soil Sci.* 172:140–150.
- Maboko M. 2006. Growth, yield and quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) and lettuce (*Lettuca sativa* L.) as affected by gel-polymer soil amendment and irrigation management. [dissertation]. Pretoria [AF]: Faculty of Natural and Agriculture Science, University of Pretoria.
- Paath, JM. 1994. Pengendalian hayati penyakit layu bakteri pada tanaman tomat dengan menggunakan tiga isolat *Trichoderma* spp. *Eugenia.* 13:40–47.
- Singh RK, Chaudhary BD. 1977. Biometrical Methods in quantitative genetic analysis. Revised Edition. New Delhi (IN): Kalyani.
- Singh, GP, Maurya KR, Prasad B, Singh AK. 1994. Genetic variability in *Capsicum annum* L. *J Appl Biol.* 4:19–22.
- Solieman TH, El-Gazzar HASR, Doss MM. 2012. Efficiency of mass selection and selfing with selection breeding methods on improving some important characters of three eggplant cultivars. *American-Eurasians J Agric & Environ Sci.* 12: 342–351.
- Subramaniam S, Menon M. 1973. Heterosis and inbreeding depression in rice. *Madras Agric J.* 60:1139
- Trigalet AP, Frey, Trigalet-Demery D. 1994. Biological control of bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*: State of art and understanding. In: Hayward AC., Hartman GJ. (Eds). Bacterial wilt. The disease and its causative agent, *Ralstonia solanacearum*. Wallingford: CAB International. Hal:225–233.
- Wahyuni S. 2014. Analisis genetik karakter kuantitatif dan pecah buah pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). [tesis]. Indonesia [ID]: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.