

DERAAN KEKERINGAN PADA TANAMAN UBIJALAR

St.A. Rahayuningsih¹

ABSTRAK

Isu perubahan iklim secara global merupakan salah satu tantangan bagi para ahli di bidang masing-masing yang berkaitan dengan iklim. Bidang pertanian menerima dampak yang banyak meresahkan petani. Kekeringan yang berkepanjangan mengakibatkan turunnya produksi pangan lebih dari 22%, bahkan di Papua penurunan produksi pangan lebih dari 50%. Sejak terjadi bencana kekeringan pada tahun 1997 yang berkelanjutan mengakibatkan kematian yang tinggi pada pertanaman ubijalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Namun masih terdapat kultivar yang tersisa yang diharapkan merupakan kultivar yang secara genetis toleran terhadap deraan kekeringan. Sebagai reaksi terhadap bencana kekeringan telah dilakukan pengujian ketahanan ubijalar terhadap deraan kekeringan dan hasilnya sangat beragam antarkultivar. Hasil evaluasi ketahanan plasma nutfah ubijalar asal Papua yang telah dilakukan tahun 1998 telah diperoleh 14 kultivar yang toleran terhadap kekeringan dan mampu menghasilkan umbi pada perlakuan kekeringan. Penelitian ketahanan terhadap kekeringan di Balitkabi terus berlanjut hingga sekarang, namun indikator morfologis dan fisiologis belum dapat diketahui secara pasti. Pada kultivar ubijalar tertentu kelayuan tajuk dapat digunakan sebagai indikator peka terhadap kekeringan, pada kultivar lain indikator ketahanan ditunjukkan dengan sifat perakaran. Kandungan prolin kultivar ubijalar yang meningkat pada kondisi terderaan kekeringan belum dapat digunakan sebagai indikator toleransinya terhadap deraan kekeringan walaupun pada jenis tanaman tertentu peningkatan kadar prolin dapat digunakan sebagai ketahanan terhadap kekeringan. Pada kultivar ubijalar yang peka terhadap kekeringan produksi umbi dapat turun lebih dari 50–70% terhadap kondisi normal, sedang kultivar yang toleran penurunan produksi di bawah 20%. Dengan menanam kultivar yang toleran terhadap deraan kekeringan kerugian petani dapat ditekan.

Kata kunci: kekeringan, *Ipomoea batatas*, ubijalar

ABSTRACT

The issue of global climate change is one of the challenges for experts in various fields related to climate. In Agriculture the global climate changes caused a lot of disturbing impacts to farmers. Prolonged drought may decrease food production more than 22%, even in Papua declining in food production is more than 50%. The disaster of drought in 1997 resulted high destruction and mortality of the sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) crops. But there are still remaining cultivars. Those cultivar is expected to be cultivars that are genetically tolerant to drought. To anticipate the drought, research on drought resistance of sweet potato was done and the results are very diverse among cultivars. Evaluation of sweet potato germplasm from Papua carried out in 1998 has gained 14 cultivars are tolerant to drought. These cultivars are able to produce tubers in drought condition. Research on drought tolerance at the ILETRI continue until now, but the morphological and physiological indicators could not be known for certain yet. In particular sweetpotato cultivars shoot wilting can be used as an indicator sensitive to drought, on the other cultivars are indicated by root characters. Proline content of sweetpotato cultivars grown on drought conditions can not be used as drought tolerance indicator, although at certain plant the increased levels of proline can be used as indicator resistance to drought. In sweet potato cultivars sensitive to drought, tuber production reduced more than 50–70% of the normal conditions, while on the tolerant cultivars is below 20% only. Using the sweetpotato cultivars tolerant to drought losses of farmers could be reduced.

Key words: drought, *Ipomoea batatas*, sweet potato

PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim telah terlihat di seluruh penjuru dunia dengan terjadinya kekeringan berkepanjangan dan banjir yang tak terkendali. Para peneliti dari berbagai negara dan bidang keahlian bekerja keras dalam mengantisipasi kekeringan terutama bidang pertanian agar kebutuhan pangan dan pakan dapat tersedia secara terus-menerus. Bahkan dengan perubahan iklim yang terjadi beberapa ahli menyarankan disediakannya varietas tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim yaitu

¹ Pemulia Tanaman di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Kotak Pos 66 Malang 65101. email: balitkabi@litbang.deptan.go.id

tahan terhadap kekeringan dan genangan air air hujan.

Witono (2008) mengemukakan bahwa kekeringan yang terjadi di Indonesia dari waktu ke waktu mengalami intensitas kejadian dan luasan area kekeringan yang terus meningkat. Ratusan ribu hektare tanaman pangan, terutama padi, di Pulau Jawa gagal panen akibat curah hujan yang berkurang serta musim kemarau yang panjang. Akibat kekeringan panjang kontribusi pangan pada perekonomian nasional berkurang 22% (Arifin 2009).

Di Indonesia perlu diwaspadai bahwa kekeringan akibat dari pengaruh El-Nino. Hal ini seperti terjadi pada bencana kekeringan di Papua pada tahun 1997 yang menewaskan ratusan penduduk dan diikuti tahun-tahun berikutnya merupakan salah satu pengaruh El-Nino yang juga menimpa negara tetangga PNG (Allen 1997; Kurniawan 2009; dan Nyimasy 2002). Akibat kekeringan, tanaman ubijalar di Papua tidak mampu menghasilkan umbi bahkan sebagian besar mati dan dikhawatirkan mengakibatkan terjadinya erosi genetik alami. Akibat kekeringan tersebut produksi pangan di Papua turun sampai 50%. Harapan terhadap tanaman ubijalar yang masih tersisa adalah ditemukannya genotipe yang toleran terhadap deraan kekeringan sehingga dapat digunakan sebagai tetua persilangan pembentukan varietas unggul ubijalar toleran deraan kekeringan.

Program tersedianya berbagai komoditas pangan yang toleran terhadap kekeringan dan genangan telah dilakukan di berbagai belahan dunia seperti gandum, padi, jagung, kacang, kedelai, ubijalar, sayur dan buah-buahan (Doering 2005; Budiarti, 2007; Hamim *et al.* 1996; Iriany *et al.* 2007; Kosmiatin *et al.* 2005).

LINGKUNGAN TUMBUH UBIJALAR

Ubijalar termasuk tanaman semusim yang cocok ditanam di daerah tropis dengan ketinggian 0–2500 m di atas permukaan laut (dpl) dan suhu 21 s/d 27 °C serta mendapat sinar matahari 10 jam per hari. Kelembaban udara (RH) 50–60% dengan curah hujan 750–1500 mm per tahun. Ubijalar ideal ditanam di tanah pasir berlempung, gembur, banyak mengandung bahan organik dengan pH 5,5–7,0. Kebutuhan air tanaman ubijalar lebih kecil dibandingkan tanaman padi

akan tetapi lebih besar dibandingkan tanaman ubikayu.

Pertanaman ubijalar tersebar di seluruh kepulauan di Indonesia. Beberapa ahli mengemukakan bahwa ubijalar tergolong adaptif terhadap deraan kekeringan, lahan marginal, dan ketinggian, serta mengandung nutrisi yang bagus sehingga penyebarannya luas dan cepat (Ballard *et al.* 2005).

Namun derasnya pembangunan dan berubahnya pola hidup sosial ekonomi masyarakat, areal pertanaman ubijalar di Indonesia menyusut jauh, bahkan ditengarai, varietas-varietas lokal sudah sangat jarang diketemukan dan dikhawatirkan sudah punah.

KEKERINGAN DAN INDIKATOR TANAMAN TOLERAN KEKERINGAN

Kekeringan adalah hubungan antara ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan dengan kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan (Mulyadi 2010). Kekeringan Pertanian berhubungan dengan kekurangan kandungan air di dalam tanah sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada periode waktu tertentu pada wilayah yang luas.

Deraan kekeringan sangat heterogen dalam suatu waktu (baik dalam tahun maupun musim) dan lokasi (baik antar maupun dalam satu lokasi) dan sangat sulit diramalkan. Hal ini mengakibatkan sulitnya mengidentifikasi kondisi terderaan kekeringan yang mewakili. Menurut Kremer (1983) dalam Ekanayake (1999) batasan kekeringan dalam pertanian adalah suatu periode di mana air tanah yang tersedia tidak cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan pertanaman sehingga mengakibatkan kerusakan tanaman dan akan menurunkan hasil nyata secara ekonomi.

Setiap spesies tanaman bahkan setiap varietas dalam satu spesies tanaman memiliki fase pertumbuhan kritis yang berbeda terhadap deraan kekeringan. Oleh karena itu penelusuran tanaman toleran terhadap deraan kekeringan dilakukan melalui berbagai cara di antaranya secara morfologis, fisiologis, anatomis, dan enzimatis sejak awal pertumbuhan (Bo dan Feng 2002; Hamim *et al.* 1996; Iriany *et al.* 2007; Lizhen 1995; Prabawardani 2004; dan Prabawardani *et al.* 2008).

Pada tanaman jagung genotipe yang medium toleran memiliki karakter mampu meningkatkan atau mempertahankan bobot kering akar, panjang akar, bobot kering tajuk, tinggi tanaman, akumulasi prolin pada akar primer dalam jumlah yang besar, dan mengalami penggulungan daun dengan skor kecil. Disamping itu genotipe medium toleran memiliki densitas stomata yang rendah, bobot kering, dan panjang akar yang besar dibanding genotipe peka (Efendi 2009).

Pada tanaman kedelai sistem perakaran yang baik memungkinkan tanaman menyerap air dengan lebih efektif sehingga dapat beradaptasi dengan kekeringan (Hamim *et al.* 1996). Dan menurutnya genotipe kedelai yang demikian terindikasi toleran terhadap deraan kekeringan.

Mackill *et al.* (1966) dalam Suardi (2000) mengemukakan bahwa sistem dan sifat-sifat perakaran padi menjadi topik penelitian yang penting dalam menelusuri toleransi padi terhadap deraan kekeringan. Sifat fisik berupa perakaran yang panjang, padat, dan diameter akar yang besar menjadi tolok ukur galur/varietas padi tahan kekeringan. Suprihatno *et al.* (2008) melaporkan, telah melakukan uji daya tembus akar padi sawah untuk mencari galur yang memiliki toleransi terhadap kekeringan dan diperoleh empat galur yang kemampuan tembus akarnya setara dengan kekerasan 12 bar. Keempat galur padi sawah tersebut terindikasi toleran terhadap kekeringan berdasarkan hasil bobot gabah kering dan indeks toleransi kekeringan. Lestari *et al.* (2005) melaporkan bahwa pada tanaman padi kandungan prolin dapat digunakan sebagai penanda fisiologi pada tanaman padi untuk ketahanan terhadap kekeringan.

Berdasarkan sifat anatomi daun, toleransi terhadap deraan kekeringan dilakukan pada tanaman tebu. Hasilnya diperoleh bahwa beberapa genus toleran terhadap kekeringan berdasarkan anatomi daun dengan ciri masing-masing genus ada yang sama dan ada yang berbeda. Ada yang berciri stomatanya berukuran kecil kerapatan rendah, trikoma berukuran besar dengan kerapatan tinggi, ada yang kutikula tebal, lamina tebal, dan sel buliform berukuran besar dengan kerapatan tinggi (Sulistyaningsih *et al.* 1994).

TOLERANSI KEKERINGAN PADA TANAMAN UBIJALAR

Wilson (1982) menyebutkan bahwa proses pembentukan umbi ubijalar sudah dimulai sejak umur dua minggu setelah tanam (mst) dan berhenti pada umur delapan mst. Setelah delapan minggu sudah tidak terjadi pembentukan umbi. Pada genotipe berumur genjah, fase pembentukan umbi lebih awal dan berakhir lebih cepat daripada genotipe berumur dalam. Perbedaan umur panen menghasilkan fase kritisnya terhadap deraan kekeringan akan berbeda.

Menurut Ekayanake *et al.* (1990) mekanisme ketahanan ubijalar terhadap kekeringan dikategorikan ke dalam empat pola yaitu (1) toleran terhadap kekeringan (*drought tolerance*), (2) Kemampuan melepaskan diri dari deraan kekeringan (*drought escape*) 3. Adanya mekanisme menghindari dari deraan kekeringan (*drought avoidance*), dan (4) kecepatan pemulihan dari deraan kekeringan (*drought recovery*).

Chunsheng *et al.* (1993) menyebutkan ubijalar dikatakan (1) toleran terhadap kekeringan: apabila penurunan hasil umbi kurang dari 10% terhadap pengairan normal, (2) moderat toleran: apabila penurunan hasil umbi berkisar antara 11–20% terhadap pengairan normal, (3) peka: penurunan hasil umbi berkisar antara 21–40%, dan 4. sangat peka: penurunan hasil >40% terhadap pengairan normal. Chunsheng *et al.* (1993) mengemukakan bahwa kelayuan (menguningnya) tajuk dan menurunnya panjang sulur utama ubijalar belum dapat digunakan sebagai indikator toleransi tanaman terhadap deraan kekeringan.

Lizhen (1995) meneliti pada dua varietas ubijalar dan melaporkan bahwa fase kritis tanaman ubijalar terhadap deraan kekeringan adalah pada awal pertumbuhan yaitu pada umur 1–60 hari setelah tanam (hst). Pada umumnya fase pembentukan umbi ubijalar berkisar pada umur 30–45 hst. Pada fase tersebut apabila terjadi deraan kekeringan akan menurunkan bobot tajuk, luas daun, dan hasil umbi.

Bo dan Feng (2002) meneliti hormon tumbuh IAA, GA-3, iPA, ZR, dan ABA pada daun varietas ubijalar. Pada kondisi terdera kekeringan kandungan hormon tumbuh IAA, GA-3, iPA, dan ZR menurun akan tetapi kandungan ABA meningkat

secara nyata. Semakin kuat ketahanan varietas ubijalar terhadap deraan kekeringan kandungan IAA, GA-3, iPA, dan ZR makin banyak berkurang dan kandungan ABA sedikit meningkat.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian hingga saat ini mekanisme toleransi tanaman ubijalar terhadap kekeringan masih perlu dikaji agar memperoleh indikator yang pasti dan mudah dikenali sehingga memperpendek alur seleksi.

PENELITIAN TOLERANSI UBIJALAR TERHADAP KEKERINGAN DI INDONESIA

Penelitian toleransi ubijalar terhadap deraan kekeringan di Indonesia masih sangat terbatas dan masih dikaji karena belum menghasilkan indikator yang pasti dan mudah dikenali karakter yang terkait dengan toleransi terhadap deraan kekeringan.

Rahayuningsih *et al.* (2000) melakukan evaluasi 50 klon harapan ubijalar terhadap deraan kekeringan pada tahun 1995 dengan perlakuan pengairan normal sejak tanam hingga menjelang panen dan perlakuan pengairan terbatas hingga umur 1,5 bulan setelah tanam (bst). Diperoleh hasil bahwa kisaran kehilangan hasil umbi antara 2,53–63,52% pada kondisi terdera kekeringan. Dalam penelitian tersebut klon MLG 12659-OP93-4 pada kondisi terdera kekeringan tajuknya terlihat kusam dan layu namun ternyata produksinya mampu mencapai 26,699 t/ha dengan kehilangan hasil 17,31%. Klon MLG 12659-OP93-4 pada saat pengujian di dataran tinggi Kawi

disukai masyarakat karena rasa manis, umur genjah dan produksi tiga kali lebih tinggi dibanding varietas lokal Kawi. Namun kadar bahan keringnya rendah dan warna kulit kurang merah. Klon MLG 12659-OP93-4 diberi julukan Roro Jonggrang.

Penelusuran Prabawardani *et al.* (2004) secara fisiologis toleransi terhadap deraan kekeringan pada ubijalar diperoleh bahwa klon dengan kelayuan tajuk yang rendah, kadar air daun yang tinggi, dan tingkat penurunan pertumbuhan yang rendah pada deraan kekeringan merupakan indikasi toleransi klon/genotipe ubijalar terhadap deraan kekeringan. Mengacu pada kriteria Chunsheng *et al.* (1993), klon MLG 12659-OP93-4 tergolong moderat toleran terhadap deraan kekeringan. Dari penelitian tersebut kriteria toleransi tanaman terhadap deraan kekeringan berdasarkan kesegaran tajuk kurang tepat. Indikator toleransi terhadap deraan kekeringan pada penelitian ini secara morfologis belum diungkap. Indikator toleran terhadap deraan kekeringan hanya berdasarkan rendahnya kehilangan hasil umbi pada kondisi terdera kekeringan. Dari 50 klon yang diuji terpilih tujuh klon yang tergolong toleran dan moderat toleran terhadap kekeringan (Tabel 1).

Djazuli *et al.* (2001) telah melakukan pengujian beberapa nomor plasma nutfah ubijalar asal Papua dan varietas unggul Nasional dengan dua perlakuan pengairan pada kapasitas lapang 80% dan 40% dan diperoleh beberapa varietas yang

Tabel 1. Produktivitas, kehilangan hasil, dan indeks toleransi klon ubijalar terpilih pada pengairan normal dan terdera kekeringan, Muneng MK I 1995.

| Klon | Produksi umbi (t/ha) | | Kehilangan hasil (%) | Indeks toleransi |
|------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| | Pengairan normal | Kondisi kekeringan | | |
| MLG 12609-OP93-3 | 24,342 | 20,762 | 11,63 | 0,52 |
| MLG 12614-OP93-4 | 28,076 | 25,628 | 8,72 | 0,61 |
| MLG 12659-OP93-4 | 32,986 | 26,699 | 17,31 | 0,90 |
| Ciceh 15-2 | 32,331 | 22,848 | 11,78 | 0,73 |
| No. 23-3 | 26,277 | 20,985 | 19,74 | 0,67 |
| No. 40-2 | 27,695 | 24,202 | 12,14 | 0,69 |
| No. 34-2 | 19,878 | 19,323 | 2,79 | 0,40 |
| Rata-rata | 27,369 | 22,921 | 12,02 | 0,65 |

Rahayuningsih *et al.* 2000.

terindikasi toleran terhadap kekeringan. Dari 20 kultivar yang diuji diperoleh enam kultivar asal Papua dan dua varietas unggul nasional mempunyai ketahanan yang cukup tinggi terhadap deraan kekeringan. Penurunan hasil umbi pada 40% KL berkisar antara 20–100% sedang penurunan bobot tajuk berkisar antara 30,9–74,8%. Pada kondisi terdera kekeringan sebanyak sembilan kultivar tidak menghasilkan umbi sama sekali. Kultivar asal Papua yang potensi hasilnya tinggi pada pengairan normal ternyata juga berpeluang dikembangkan di daerah terdera kekeringan karena potensi hasilnya tetap tinggi seperti Womin A, Wenawe, Toweko, Kuning, dan Botom Tanaya. Namun kultivar yang penurunan hasilnya di bawah 40% hanya dua yaitu Toweko dan Kuning (Tabel 2).

Dalam penelitian tersebut kandungan prolin naik pada perlakuan kapasitas lapang 40%. Peningkatan kandungan prolin berkisar antara 103–685%. Namun ternyata peningkatan kandungan prolin tidak serta merta diikuti oleh hasil

umbi yang tinggi pada deraan kekeringan sehingga peningkatan kadar prolin pada kondisi terdera kekeringan belum mengindikasikan ketahanan tanaman ubijalar terhadap deraan kekeringan. Akan tetapi hal ini perlu dikaji lebih lanjut. Pada sistem perakaran dalam penelitian di atas menunjukkan bahwa kultivar yang toleran memiliki sistem perakaran yang lebat dan akarnya lebih panjang daripada yang peka. Mlg 146-1 (varietas Boko) memiliki akar panjang total lebih panjang dari Roro Jonggrang, namun terindikasi berumur agak dalam sehingga pembentukan umbi agak lambat dibanding dengan Roro Jonggrang.

Rahayuningsih dan Sudarjo (2001) meneliti respon tujuh klon ubijalar terhadap pengairan pada tanah Entisol Kawi dengan tiga tingkat kapasitas lapang yaitu 35% KL, 45% KL dan 55% KL dalam polybag. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat pemberian air dan klon berpengaruh terhadap kelayuan tajuk, panjang sulur pada umur 45 dan 75 HST, kadar khlorofil, jumlah

Tabel 2. Bobot brangkasan, bobot umbi dan panjang batang beberapa kultivar ubijalar pada cekaman kekeringan pada 120 HST, Bogor, 2000.

| Kultivar/klon | Bobot tajuk (g) | | | Bobot umbi (g) | | |
|----------------|-----------------|---------|-----------|----------------|----------|-----------|
| | 80% KL | 40% KL | Turun (%) | 80%KL | 40% KL | Turun (%) |
| Womin A | 287 efg | 103 ef | 64,0 | 188,0 bc | 67, b | 64,2 |
| Wenawe | 160 h | 60 g | 62,5 | 166,6 bcd | 59,6 b | 64,2 |
| Toweko | 390 bcd | 193 a | 50,4 | 65,9 f-j | 52,7 bc | 20 |
| Kuning | 303 def | 107 de | 64,8 | 86,2 e-f | 52,4 bc | 39,2 |
| Botom Tanaya | 247 fgh | 103 ef | 58,1 | 193,0 b | 48,1 bcd | 75,1 |
| Roro Jonggrang | 213 gh | 113 cde | 46,9 | 151,7 b-d | 31,8 b-e | 79 |
| Kinta | 277 efg | 123 b-e | 56,4 | 119,3 c-f | 21,7 cde | 81,8 |
| Yeleli | 430 abc | 143 bcd | 66,7 | 135,7 b-f | 18,6 cde | 86,3 |
| Iliyal | 183 h | 127 b-e | 30,9 | 110,9 d-g | 15,1 de | 86,3 |
| Putih | 437 abc | 180 b | 63,4 | 69,3 f-j | 13,3 de | 80,8 |
| Prambanan | 170 h | 70 fg | 58,8 | 265,0 a | 104,3a | 60,7 |
| Mlg 146-1 | 280 efg | 133 b-e | 52,4 | 65,3 f-j | 0 e | 100 |
| Abukul | 437 abc | 110 cde | 74,8 | 0 j | 0 e | - |
| Womin B | 330 def | 130 b-e | 60,6 | 11,9 ij | 0 e | 100 |
| Wikilaloke | 353 cde | 130 b-e | 63,2 | 16,2 hij | 0 e | 100 |
| Gelakue | 480 a | 137 b-e | 71,5 | 43,5 g-j | 0 e | 100 |
| Botop | 463 ab | 197 a | 57,6 | 0 j | 0 e | - |
| Merauke | 363 cde | 147 bc | 59,6 | 73,8 f-I | 0 e | 100 |
| Suluk Bakar | 490 a | 143 bcd | 70,7 | 17,3 hij | 0 e | 100 |
| Mailongge | 307 def | 123 b-e | 59,8 | 265,6 a | 0 e | 100 |

Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Sumber: Djazuli *et al.* 2000.

stomata, jumlah dan berat umbi/tanaman, serta bobot tajuk. Atas dasar hasil umbi per tanaman kultivar MLG 12569-4, MIS 104-1 (varietas Sari) dan Genjah Sawo menunjukkan nilai indeks toleransi relatif lebih tinggi daripada klon lainnya. Respon kesegaran tajuk MLG 12659-4, Genjah Sawo, dan IR Melati pada ketiga umur pengamatan sama yaitu tertinggi pada umur 45 hst kemudian menurun pada umur 105 hst. Kemungkinan dengan semakin menurunnya skor kelayuan merupakan salah satu indikasi adanya tingkah laku penyesuaian terhadap lingkungan tumbuhnya. Namun yang perlu dikaji lebih dalam apakah kelayuan tajuk merupakan upaya mengurangi penggunaan air yang tersedia sehingga metabolisme tetap berjalan dengan baik. Suseno (1974) mengemukakan bahwa tanaman yang mengalami kekurangan air akan layu dan proses metabolismenya terhenti. Apabila klon-klon yang menunjukkan respon kelayuan dengan cepat tersebut hasil umbinya bagus berarti kelayuan

tajuk belum tentu mencerminkan ketidak tahanan suatu tanaman terhadap deraan kekeringan. Klon-klon yang memiliki fenotipe demikian dapat dikembangkan di daerah kering.

Hasil penelitian Trustinah (1993) menyebutkan bahwa air yang tak tercukupi pada tanaman ubijalar dapat menurunkan bobot brangkasan atau bagian vegetatif tanaman sekitar 33% dan kehilangan hasil umbi pada kondisi terdera kekeringan 42,7% serta asosiasi kekeringan dan hama boleng mencapai 63.3%, jumlah cabang tidak terpengaruh cekaman kekeringan.

Hasil penelitian Rahayuningsih (2002) di tanah Mediteran Kelabu pada tujuh kultivar ubijalar menunjukkan bahwa selang waktu pengairan tiga hari sekali menghasilkan pertumbuhan vegetatif dan umbi paling baik sedang selang waktu pengairan tujuh hari sekali telah menghambat pertumbuhan tanaman dan umbi (panjang sulur menurun 18,69%, jumlah cabang menurun 22,07%, luas daun menurun 40,96%, bobot tajuk menurun

Tabel 3. Kandungan prolin daun dan bobot umbi beberapa kultivar ubijalar asal Papua dan varietas unggul pada deraan kekeringan umur 4 BST, Bogor, 2000.

| Kultivar | Kandungan prolin (%) | | | Bobot umbi (g) 40% KL |
|----------------|----------------------|--------|-----------------|--------------------------|
| | 80% KL | 40% KL | Peningkatan (%) | |
| Iliyal | 0,056 | 0,384 | 685 | 15,1 no |
| Womin B | 0,370 | 1,87 | 505 | 0 o |
| Kuning | 0,103 | 0,368 | 357 | 52,4 j-n |
| Botop | 0,850 | 1,842 | 217 | 0 o |
| Wikilaloke | 0,217 | 0,456 | 210 | 0 o |
| Mlg 146-1 | 0,334 | 0,631 | 189 | 0 o |
| Batom Tanaya | 0,262 | 0,422 | 161 | 48,1 j-o |
| Kinta | 0,227 | 0,353 | 156 | 21,7 l-o |
| Womin A | 0,303 | 0,443 | 146 | 67,3 o |
| Gelakue | 0,293 | 0,424 | 144 | 0 o |
| Merauke | 0,515 | 0,74 | 144 | 0 o |
| Toweko | 0,377 | 0,488 | 129 | 59,6 i-n |
| Mailongge | 0,314 | 0,401 | 128 | 0 e |
| Prambanan | 0,253 | 0,288 | 114 | 104,3f-i |
| Roro Jonggrang | 0,437 | 0,496 | 114 | 31,8 k-o |
| Putih | 0,369 | 0,404 | 109 | 13,3 no |
| Wenawe | 0,216 | 0,233 | 108 | 59,6 i-n |
| Suluk Bakar | 0,409 | 0,431 | 105 | 0 o |
| Yeleti | 0,363 | 0,378 | 104 | 18,6 mno |
| Abukul | 0,678 | 0,698 | 103 | 0 o |

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DM
Sumber: Djazuli *et al.* 2000.

Tabel 4. Pengaruh selang waktu pemberian air terhadap kandungan khlorofil total dan bobot umbi segar, Malang 2001.

| Perlakuan | Kandungan khlorofil total (mg/g daun) | Bobot umbi segar (g/tanaman) |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Selang pengairan | | |
| 3 hari sekali | 1,58 | 85,75 c' |
| 5 hari sekali | 1,29 | 34,92 a' |
| 7 hari sekali | 1,10 | 53,75 b' |
| BNT 5% | tn | 18,15 |
| Klon/varietas | | |
| Genjah Rante | 1,19 | 65,49 b |
| Cangkuang | 1,73 | 61,71 b |
| IR Melati | 0,99 | 53,44 ab |
| MIS 104-1 (Sari) | 1,53 | 88,65 c |
| MIS 146-1 (Boko) | 1,08 | 40,92 a |
| MIS 110-1 | 1,15 | 39,69 a |
| MLG 1265904 | 1,61 | 57,06 b |
| | tn | 15,22 |

Sumber: Rahayuningsih 2002.

Tabel 5. Rata-rata produksi umbi dan indeks panen 20 klon ubijalar pada dua tingkat pengairan yang berbeda, Jambegede MKI 2001.

| No | Klon | Bobot umbi (t/ha) | | | | Indeks panen (%) |
|----------------|------|-------------------|----------|-----------|-----------|------------------|
| | | Optimum | Terbatas | Rata-rata | Turun (%) | |
| MIS 501-1 | | 12,640 | 9,233 | 10,936 | 26,95 | 48,66 |
| MIS 508-1 | | 13,189 | 6,361 | 9,775 | 51,77 | 68,54 |
| MIS 139-75 | | 7,678 | 4,385 | 6,031 | 42,89 | 38,39 |
| MIS 561-16 | | 11,999 | 4,845 | 8,422 | 59,62 | 63,13 |
| MIS 547-22 | | 9,984 | 9,590 | 9,787 | 3,95 | 58,86 |
| MIS 547-39 | | 18,932 | 12,332 | 15,632 | 34,86 | 70,59 |
| MIS 550-2 | | 10,930 | 9,372 | 10,151 | 14,25 | 53,78 |
| MIS 554-2 | | 12,511 | 10,471 | 11,491 | 16,31 | 62,40 |
| MIS 554-5 | | 13,987 | 8,045 | 11,016 | 42,48 | 63,88 |
| MIS 558-11 | | 12,564 | 10,865 | 11,715 | 13,52 | 62,70 |
| MIS 559-3 | | 16,099 | 7,215 | 11,657 | 55,18 | 63,82 |
| MIS 561-16 | | 11,787 | 8,611 | 10,199 | 26,94 | 74,52 |
| MIS 561-18 | | 13,452 | 7,411 | 10,432 | 44,91 | 57,24 |
| MLG 12659-4 | | 19,000 | 9,681 | 14,341 | 49,05 | 56,58 |
| MIS 561-35 | | 10,549 | 4,154 | 7,352 | 60,62 | 30,83 |
| MIS 604-15 | | 12,488 | 5,654 | 9,071 | 54,72 | 57,51 |
| MIS 604-19 | | 11,338 | 6,022 | 8,680 | 46,89 | 53,64 |
| MIS 605-8 | | 10,488 | 4,296 | 7,392 | 59,04 | 54,55 |
| MIS 609-9 | | 10,109 | 4,696 | 7,402 | 53,55 | 68,94 |
| MIS 637-12 | | 12,262 | 5,411 | 8,837 | 55,87 | 65,03 |
| Rata-rata | | 12,599 | 7,432 | 10,016 | 26,95 | 57,69 |
| BNT 5% Klon | | | | 1,760 | | 5,26 |
| Indeks cekaman | | | | 0,41 | 40,015 | |

Sumber: Rahayuningsih *et al.* 2005.

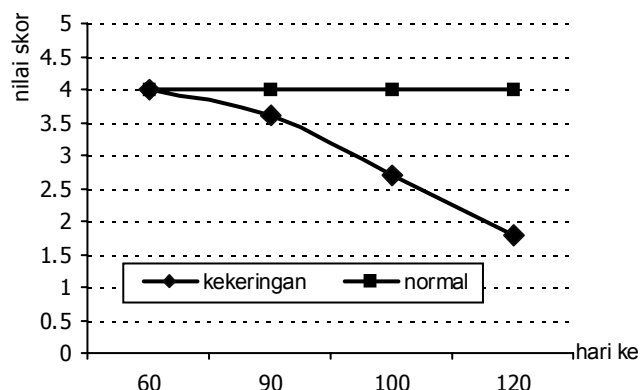
34,69%; dan bobot umbi menurun 37,52%). Bobot umbi dan bobot tajuk menunjukkan korelasi negatif sebesar $r = -0,064$. Kepadatan stomata cenderung meningkat dengan selang waktu pemberian air yang lebih panjang, sedang kandungan khlorofil cenderung menurun sejalan dengan semakin panjangnya selang waktu pemberian air. Kepadatan stomata varietas lokal IR Melati, Genjah Rante dan MLG 1265904 tergolong tinggi sedang MIS 146-1 (varietas Boko), MIS 104-1 (varietas Sari), dan MIS 110-1 tergolong rendah dan tidak dipengaruhi oleh selang waktu pemberian air.

Rahayuningsih *et al.* (2005) meneliti 20 klon harapan ubijalar pada lingkungan tumbuh pengairan terbatas dan optimum (normal), hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dalam pengairan terbatas rata-rata penurunan produksi umbi 40,02% dengan kisaran penurunan 3,95–60,62%. Indeks panen tidak dipengaruhi oleh pengairan

akan tetapi dipengaruhi oleh klon. Seiring menurunnya produktivitas umbi ternyata indek panen juga menurun karena bobot tajuk juga menurun. Indek panen berasal dari besaran produksi umbi segar dan bobot tajuk.

Rahayuningsih *et al.* (2007) melaporkan bahwa pertumbuhan vegetatif dan produktivitas hasil umbi 16 klon harapan ubijalar terhambat akibat terdara kekeringan sehingga terjadi penyusutan dibanding dalam kondisi normal. Akan tetapi kadar bahan kering meningkat pada kondisi terdara kekeringan (Tabel 6). Penyusutan bobot tajuk berkisar antara 12,40–53,95%, penyusutan luas daun 3,23–45,85%, panjang sulur menurun 6,68–22,66%, produksi umbi turun 9,72–63,03%. Kadar bahan kering meningkat pada kondisi terdara kekeringan berkisar 4,84–30,26%. Komponen yang menurunkan hasil umbi adalah menurunnya jumlah umbi berukuran besar yang tergantikan oleh umbi yang berukuran kecil yang otomatis bobot umbi secara total akan menurun.

Skor kelayuan tajuk semakin meningkat akibat deraan kekeringan (Gambar 1). Pada umur 60 hari setelah tanam (HST) tajuk pada petak yang terdara kekeringan masih segar seperti petak yang diairi optimum. Pada umur 90 HST petak yang



Gambar 1. Rata-rata skor kelayuan daun klon-klon harapan ubijalar pada kondisi terdara kekeringan dan pengairan normal, Muneng MK 1 2006.

Tabel 6. Persentase penyusutan bagian vegetatif dan produksi umbi serta peningkatan kadar bahan kering klon-klon harapan ubijalar kaya antosianin dan betakaroten pada kondisi terdara kekeringan, Muneng MK I 2006.

| Klon/genotipe | Bobot tajuk | Luas daun | Panjang sulur | Produksi umbi | Kd bahan kering naik |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------|----------------------|
| MSU 01008-16 | 19,86 | 9,14 | 10,74 | 39,68 | 11,02 |
| MSU 01022-12 | 23,30 | 16,21 | 6,68 | 13,23 | 15,35 |
| MSU 01016-19 | 25,39 | 19,10 | 11,42 | 28,60 | 15,82 |
| JP-23 | 15,19 | 45,85 | 19,03 | 47,79 | 16,32 |
| JP-33 | 49,48 | 36,98 | 19,79 | 50,17 | 23,08 |
| JP-46 | 28,68 | 30,04 | 18,44 | 63,06 | 30,26 |
| Ayamurasaki | 46,02 | 25,10 | 17,23 | 28,88 | 27,14 |
| MSU 01015-07 | 12,51 | 22,27 | 19,37 | 49,00 | 5,90 |
| MSU 01015-06 | 29,39 | 26,27 | 22,66 | 51,73 | 4,84 |
| MSU 01035-05 | 34,41 | 32,75 | 22,31 | 9,72 | 9,28 |
| MSU 01035-02 | 18,67 | 16,64 | 13,80 | 50,01 | 18,62 |
| MIS 559-3 | 38,17 | 37,55 | 12,79 | 46,46 | 7,70 |
| Genjah rante | 20,16 | 3,23 | 15,47 | 41,46 | 16,11 |
| Sari | 42,04 | 15,27 | 7,56 | 42,90 | 26,51 |
| MSU 01015-02 | 12,40 | 27,55 | 10,30 | 48,48 | 9,67 |
| MIS 504-7 | 53,95 | 16,03 | 12,54 | 58,93 | 6,97 |
| Rata-rata | 28,41 | 21,83 | 15,01 | 41,88 | 15,03 |
| KK (%) | | | | 12,08 | 6,31 |
| BNT Pengairan (L) | ** | ** | ** | ** | * |
| BNT Klon (G) | ** | ** | ** | 3,50 | 2,91 |
| Interaksi GxL | * | * | | 4,50 | 4,12 |

Sumber: Rahayuningsih *et al.* 2007.

terdera kekeringan sebagian besar tajuk pertanaman sudah menunjukkan gejala deraan kekeringan yang ditandai oleh warna dedaunan yang kusam, helaian dedaunan tidak segar dan tampak sedikit layu. Kesegaran tajuk semakin menurun sejalan dengan umur tanaman. Pada umur 100 HST warna daun bertambah kusam, pucuk sulur mulai melengkung ke bawah disertai helaian daun dan pada umur 120 hari dedaunan telah menguning dan sebagian besar tepi daun mengering akan tetapi tidak ada tanaman yang mati. Skor kesegaran tanaman terus menurun sejak pertanaman berumur 90 HST hingga pertanaman berumur 120 HST (Gambar 1). Pada tanaman padi tanggapan tanaman terhadap deraan kekeringan ditunjukkan oleh menggulungnya dedaunan (Blum 1988).

Dari penelitian ini terindikasi dua klon yang berdaging umbi ungu yang toleran terhadap kekeringan yaitu klon MSU 01022-12, dan MSU 01008-16 dengan produktivitas masing-masing

16,22 t/ha dan 16,77 t/ha pada kondisi terdera kekeringan dan satu klon yang berdaging umbi oranye yang toleran terhadap kekeringan yaitu klon MSU 01035-05 dengan produktivitas umbi 17,89 t/ha pada kondisi terdera kekeringan.

Rahayuningsih *et al.* (2009) melaporkan penelitian 14 klon harapan ubijalar terdera kekeringan di KP Muneng mengalami penurunan produksi umbi dengan berkisar antara 7,11–87,32%. Kondisi lahan selama berlangsungnya penelitian tidak terdapat hama sama sekali sehingga kekeringan yang terjadi sesuai yang diharapkan. Dalam penelitian ini hama boleng dikendalikan dengan baik sehingga tidak terjadi asosiasi kekeringan dengan serangan hama boleng.

Kelayuan tajuk mulai terlihat pada umur tiga bulan pada klon MSU 05028-15. Pada klon tersebut tajuk pada pengairan optimum tetap segar sedang pada pengairan terbatas terlihat kusam dan layu. Pada klon-klon lain diantaranya klon MSU 05015-173 tajuk tetap kelihatan segar

Tabel 7. Produktivitas dan kehilangan hasil klon-klon harapan ubijalar, Muneng MK I 2009

| Klon | Produksi umbi (t/ha) pada pengairan | | Kehilangan hasil (%) dan ketahanan | Kandungan bahan kering umbi (%) | Kandungan serat kasar (%) | |
|---------------------|-------------------------------------|----------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| | Optimum | Terbatas | | | Optimum | Terbatas |
| 1 MSU 04003-30 | 12,233 | 1,551 | 87,32 SP | 35,25 | 3,56 | 2,47 |
| 2 MSU 05020-54 | 9,845 | 6,849 | 30,43 P | 28,58 | 2,27 | 3,85 |
| 3 MSU 05020-49 | 20,184 | 16,378 | 18,86* MT | 28,81 | 1,58 | 3,21 |
| 4 MSU 05022-02 | 14,844 | 8,355 | 43,71 SP | 31,73 | 1,62 | 2,03 |
| 5 MSU 04002-05 | 6,811 | 3,300 | 51,54 SP | 37,06 | 1,60 | 2,31 |
| 6 MSU 05020-26 | 9,989 | 4,011 | 59,85 SP | 37,44 | 1,57 | 1,69 |
| 7 MSU 04003-127 | 20,456 | 6,111 | 70,13 SP | 21,80 | 3,20 | 3,59 |
| 8 MSU 05016-20 | 14,289 | 6,533 | 54,28 SP | 24,70 | 3,33 | 2,65 |
| 9 MSU 05028-15 | 8,589 | 2,220 | 74,16 SP | 26,02 | 2,11 | 2,76 |
| 10 MSU 05015-173 | 14,233 | 13,222 | 7,11* T | 28,34 | 1,69 | 2,38 |
| 11 MSU 04006-08 | 18,367 | 13,878 | 24,44* P | 26,13 | 3,98 | 2,51 |
| 12 MSU 05017-32 | 11,567 | 5,255 | 54,57 SP | 26,69 | 2,14 | 1,63 |
| 13 Beta-2 (control) | 9,100 | 6,400 | 29,67 P | 24,50 | 1,92 | 1,87 |
| 14 Ayamurasaki | 8,755 | 5,933 | 32,23 P | 33,28 | 2,24 | 1,80 |
| Rata-rata | 12,805 | 7,143 | 45,59 | 29,31 | 2,34 | 2,48 |
| KK (%) | | 15,06 | | 2,72 | | 4,04 |
| LSD 5% | | | | | | |
| Pengairan | | ** | | TN | | ** |
| Klon | | 0,5711 | | 1,975 | | 0,14 |
| Interaksi | | 0,8077 | | 2,792 | | 1,207 |

Keterangan: SP=sangat peka, P=peka, MT=moderat toleran, T=toleran.
 Sumber: Rahayuningsih *et al.* 2009.

Tabel 8. Persentase penurunan bobot tajuk, panjang tanaman, luas daun, bobot akar dan peningkatan panjang akar klon-klon harapan ubijalar pada deraan kekeringan, KP Muneng MK I 2009.

| Klon | Penurunan (%) | | | | Peningkatan panjang akar (%) |
|---------------------|---------------|-----------------|-----------|------------|------------------------------|
| | Bobot tajuk | Panjang tanaman | Luas daun | Bobot akar | |
| 1 MSU 04003-30 | 30,29 | 13,64 | 14,48 | 27,78 | 9,65 |
| 2 MSU 05020-54 | 29,50 | 12,50 | 8,22 | 37,84 | 0,59 |
| 3 MSU 05020-49 | 28,49 | 2,67 | 16,39 | 30,00 | 22,25 |
| 4 MSU 05022-02 | 57,71 | 19,35 | 9,54 | 27,78 | 9,81 |
| 5 MSU 04002-05 | 10,58 | 14,39 | 0,23 | 21,43 | 1,29 |
| 6 MSU 05020-26 | 44,86 | 32,48 | 7,39 | 64,29 | 11,53 |
| 7 MSU 04003-127 | 48,61 | 11,59 | 22,74 | 56,41 | 23,93 |
| 8 MSU 05016-20 | 54,96 | 9,05 | 9,17 | 42,50 | 20,96 |
| 9 MSU 05028-15 | 73,60 | 16,31 | 16,09 | 30,19 | 4,04 |
| 10 MSU 05015-173 | 2,07 | 6,86 | 10,89 | 12,50 | 14,33 |
| 11 MSU 04006-08 | 21,31 | 15,82 | 10,05 | 21,05 | 6,73 |
| 12 MSU 05017-32 | 24,90 | 12,16 | 46,99 | 28,13 | 3,58 |
| 13 Beta-2 (control) | 23,64 | 15,55 | 20,29 | 12,00 | 18,68 |
| 14 Ayamurasaki | 52,37 | 21,50 | 31,26 | 26,67 | 1,49 |
| Rata-rata | 35,92 | 14,56 | 15,98 | 31,33 | 10,63 |
| KK (%) | 23,02 | 15,31 | 20,18 | 21,51 | 28,06 |
| LSD 5% | | | | | |
| Pengairan | ** | ** | ** | * | ** |
| Klon | 6,57 | 21,37 | 13,93 | 3,932 | 12,54 |
| Interaksi | 9,29 | tn | tn | 5,561 | 17,73 |

Sumber: Rahayuningsih *et al.* 2009.

pada pengairan terbatas dan tidak berbeda dengan pada pengairan optimum. Kelayuan tajuk ini perlu dikaji apakah merupakan indikator ketahanan atau sebaliknya merupakan kenampakan klon yang peka terhadap kekeringan.

Persentasi peningkatan panjang akar pada klon MSU 05015-173 sangat rendah di saat terdera kekeringan. Sebaliknya klon MSU 05020-49 pemanjangan akar pada kondisi terdera kekeringan cukup tinggi dan klon ini kehilangan hasil umbinya 18,86% sehingga tergolong moderat toleran. Pencirian terhadap karakter akar perlu dikaji agar dapat memberikan informasi yang lebih akurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Deraan kekeringan pada tanaman ubijalar dapat mengakibatkan kehilangan hasil umbi segar >50% bagi varietas peka, dan <20% bagi varietas yang toleran.

2. Respon klon-klon/kultivar/varietas ubijalar terhadap deraan kekeringan beragam dari sangat peka hingga toleran/tahan. Varietas lokal asal Papua dan beberapa klon harapan ubijalar terindikasi toleran terhadap deraan kekeringan sehingga dapat dikembangkan untuk kondisi lahan kering dan dapat digunakan sebagai tetua persilangan pembentukan varietas unggul toleran kekeringan.
3. Terindikasi mekanisme toleransi ubijalar terhadap kekeringan beragam di antaranya kenampakan kesegaran/kelayuan tajuk, peningkatan kadar prolin, dan sifat perakaran. Masih perlu dikaji karakter-karakter tersebut dan karakter lain untuk memperoleh informasi yang akurat.
4. Pengembangan varietas toleran kekeringan prospektif untuk pemanfaatan lahan kering sehingga dapat menekan kerugian usahatani ubijalar.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, B. 1997. Frost and Drought in Papua New Guinea in 1997. Department of Human Geography, Research School of Pacific Studies, The Aust. Nat. Univ.
- Arifin, B. 2009. Pemerintah Lamban Atasi Keke-
rangan. Top of Form Bottom of Form Wawancara 30
Agustus 2009. 20:13 wib. Diakses Maret 2010.
- Blum, A. 1988. Plant Breeding for stress environments,
CRD Press, Florida, 223 p.
- Budiarti, S. G. 2007 Plasma Nutfah Jagung sebagai
Sumber Gen dalam Program Pemuliaan. Buletin
Plasma Nutfah 13(1).
- Ballard, C., P. Brown, R.M. Bourke and T. Harwood
Ethnology. 2005. The Sweet Potato in Oceania: a Re-
appraisal. University of Pittsburgh, Pittsburgh and
Univ of Sydney, Sydney. Diakses Febr 2010.
- Bo, B. and Tan Feng. 2002. Relationship Between
Changes of Endogenous Hormone in Sweet Potato
Under Water Stress and Variety Drought-resistance.
Agric Sci in China 1(6).
- Chunsheng, X., H.Hongcheng, F.Zuxia, Z. Xiongjian,
and Zengqian. 1993. Drought Tolerance in sweet-
potato germplasm in south China. Working Paper.
Akses Mei 2009.
- Djazuli, M., Minantyorini, dan S.A.Rahayuningsih. 2000.
Evaluasi sifat ketahanan kultivar ubijalar asal Papua
dan varietas unggul terhadap cekaman kekeringan.
Dalam Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Pemuliaan
dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Menuju Ketahanan
Ekonomi. Pros. Simp. Nas. Pengel. Pemul. Dan
Plasma Nutfah. hlm 215–224. Peripi-Bogor.
- Doering, D.S. 2005. Public-Private Partnership to De-
velop and Deliver Drought Tolerant Crops to Food-
Insecure Farmers. Winrock International. www.
winrock.org. Akses Desember 2009.
- Ekanayake, I.J. 1999 Evaluation of potato and
sweetpotato genotypes for drought resistance. Sweet
potato germplasm management. Training Manual
Sweetpotato-Sect. 3.5-99- Page 2 -Internat Potato
Center.
- Ekanayake, I.J. and W. Collins. 2004. Effect of irriga-
tion on sweet potato root carbohydrates and nitrog-
enous compounds Food, Agriculture & Environment
2(1): 243–248. 2004. Sci and Tech.
- Efendi, R. 2009. Metode Dan Karakter Seleksi Toleransi
Genotipe Jagung terhadap Cekaman Kekeringan.
Tesis Magister Sains. Sekolah Pascasarjana Institut
Pertanian Bogor.
- Feng, Tan, Zhang Qi-Ttang, and Yang Yong-Hua. 2005.
Physiological Indices and Selection of Methods on
Rapid Identification for Sweet Potato Drought Resis-
tance. Agric Sci in China: 4(11). Diakses Juni 2009.
- Hamim, D. Sopandi, dan M. Jusuf. 1996. Beberapa
karakteristik morfologi dan fisiologi kedelai toleran
dan peka terhadap cekaman kekeringan. Hayati: 3(1).
hlm 30–34. IPB Bogor.
- Iriany M. R. N., Andi Takdir M., M. Yasin H.G., and
Made J. Mejaya. 2007. Maize Genotypes Tolerance to
Drought Stress. Penelitian Pertanian Tan Pangan:
PP 26/03.
- Kosmiatin, M., S. Hutami, A. Husni, dan I. Mariska.
2005. Penapisan Cepat Toleransi Kedelai terhadap
kekeringan secara *in vitro*. Penelitian Pertanian Tan
Pangan: PP24/03.
- Kurniawan, B. 2009. El Nino dan Ancaman Kekeringan
di Indonesia. randublatung.files.wordpress.com.
Diakses 8 Mei 2009.
- Lizhen, X. 1995. Influence of Soil Aridity on the Growth,
Development and Yield of Sweet Potato (*Ipomea
batatas* L.). Acta Agric Boreall-Sinica.
- Lestari, Endang Gati. 2005. Akumulasi Prolin untuk
Seleksi Ketahanan Kekeringan Pada Tanaman Padi
Hasil Seleksi *in Vitro*. Makalah Seminar Nasional.
- Lestari, E. G. dan Deden Sukmadjaja. 2006. Uji Toleransi
Kekeringan pada Galur Somaklon IR64 dan Towuti
Hasil Seleksi *In Vitro* Penelitian Pertanian Tanaman
Pangan: 25(02).
- Mutandwa, E. 2004. Performance of Tissue-Cultured
Sweet Potatoes Among Smallholder Farmers in Zim-
babwe. The Journal Of Agrobiotechnology Management
and Economics. AgBioForum: 11(1). Bindura Univer-
sity of Science Education, Africa. [http://www.agro-
forum.org/index.htm](http://www.agroforum.org/index.htm).
- Mulyadi, N. 2010. Bencana kekeringan yang sedang
melanda Indonesia Diakses 20 Maret 2010.
- Nyimasy. 2002. Papua Terancam Kekeringan. Kompas,
Selasa 24 September.
- Prabawardani, S., Mark Johnston, Ross Coventry and
Joseph Holtum. 2007. Identification of drought toler-
ant sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) culti-
vars. Email: Prabawardani.Saraswati@jcu.edu.au.
- Prabawardani, S., A. Sarungallo, Y. Mustamu, dan F.
Luhulima. 2008. Tanggap Klon Lokal Ubijalar Papua
terhadap Cekaman kekeringan. Penelitian Pertanian
Tan Pangan: PP27/02.
- Rahayuningsih, S.A. Y. Widodo dan T.S. Wahyuni. 2000.
Evaluasi daya hasil klon harapan ubijalar dalam
kondisi terdera kekeringan di Muneng. Dalam Proc.
Seminar Komponen Teknologi untuk Meningkatkan
Produktivitas Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
hlm. 169–181. Balitkabi-Malang
- Rahayuningsih, St.A., dan M. Sudarjo. 2002. Respon
Tujuh Klon Ubi-jalar terhadap Berbagai Kandungan
Air Tanah pada Entisol Kawi. *Dalam Proc. Seminar*

- Teknologi Inovatif Tan. Kacang-kacangan dan Umbi-umbian mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbangtan. Bogor. Litbang Pertanian.
- Rahayuningsih, St.A. 2002. Pengaruh Selang Waktu Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Beberapa Klon Dan Varietas Ubi-jalar Di Tanah Mediteran Kelabu. *Dalam* Pros. Seminar Teknologi Inovatif Tan. Kacang-kacangan dan Umbi-umbian mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbangtan. Bogor.
- Rahayuningsih St.A., T.S. Wahyuni dan K. Noerwijati. 2005. Penampilan Karakter Utama 20 Klon Harapan Ubi-jalar pada Dua Tingkat Pengairan yang Berbeda. *dalam* Proc. Pemuliaan sebagai Pendukung Kemandirian dan Ketahanan Pangan. Hlm 608–615. Peripi. Bogor. 608–615.
- Rahayuningsih, St.A., M.Jusuf, TS Wahyuni, dan Aida K. 2008. Kehilangan Hasil dan Toleransi Klon-Klon Harapan Ubi-jalar Kaya Antosianin dan Betakarotin Pada Kondisi Terdera Kekeringan. hlm 246–256. *dalam* Pros. Sem. Nasional Inovasi Teknologi. Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan dan Kecukupan Energi. Puslitbangtan.
- Rahayuningsih, St.A., M.Jusuf, dan T.S.Wahyuni. 2010. Pertumbuhan Tanaman dan Kehilangan Hasil Umbi Klon Unggul Ubi-jalar Pada Kondisi Terdera Kekeringan.
- Suardi, D. 2000. Kajian Metode Skrining Padi Tahan Kekeringan. *Jurnal Tinjauan Ilmiah Riset Biologi dan Bioteknologi Pertanian*: 3 (2) Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor. Diakses 12 Mei 2010.
- Sulistyaningsih, Y.C., Dorly dan H. Akmal. 1994. Studi Anatomi Daun *Saccharum* spp. Sebagai Induk dalam Pemuliaan Tebu. IPB, Jalan Raya Pajajaran, Bogor Hayati 1. hlm 32–36. diakses Maret 2010.
- Suprihatno, B., Y. Samaullah, Bambang Sri. 2008. Pekan Padi Nasional (PPN) III BB Padi Tampilkan Inovasi Teknologi Galur Harapan Padi Sawah Toleran Kekeringan. *Sinar tani* 23–29 Juli 2008.
- Wilson, L.A. 1982. Tuberization in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L) Lam). p:79–84. In R.L. Villareal and T.D. Griggs (Eds.). *Proc. Ist Int. Symp. Sweetpotato*. AVRDC, Taiwan.
- Witono, A, M. 2008. Minimalisasi Dampak Kekeringan di Indonesia. Staf Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan LAPAN Bandung.