

Variasi morfologi dan pola pita protein uni kayu (*Manihot esculenta*) varietas Adira1 dan Cabak makao di Ngawi, Jawa Timur

TRIBADI^{1,✉}, SURANTO², SAJIDAN²

Tribadi, Suranto, Sajidan. 2010. Variation of morphological and protein pattern of cassava (Manihot esculenta) varieties of Adira1 and Cabak makao in Ngawi, East Java.

This research is intended to find out the morphological and anatomical variation as well as the protein band pattern of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) widely spread in three different areas of height. The sample collecting is done using simple random sampling in the three different areas of height that is 50, 300, 1000 meters asl in Ngawi District, East Java while the analysis of protein band pattern is done using SDS-PAGE. The result of the reseach of morphology and anatomy is analyzed descriptively and presented in the form of tabels, histograms and figures. The analysis of protein band pattern is done using quantitative and qualitative analysis that is based on the appearance or not the gel band pattern by counting the molecular weights based on code marker S 8445 and qualitative method based on the quality of the band formed. The band pattern formed is istimated and presented in the form of zimogram. The result of the research shows that the height of the cultivating site very much influences toward variations of root, stem and leaf morphology. The longest root is at 50 meter heights asl (Cabak makao local variety, the widest stem diameter is at 50 meters asl (Cabak makao local variety) the longest leaf and branch is at 300 meters asl (Cabak makao local variety) and 1000 meters asl (Cabak makao local variety). There is no difference of anatomy in the root, stem and leaf and no difference of protein band pattern either in Adira1 or Cabak makao local variety.

♥ Alamat korespondensi:

- ¹ SMA Negeri 1 Kendal, Ngawi. Jl. Raya Ngawi-Madiun, Kendal, Ngawi, East Java, Indonesia 57126, Jawa Tengah, Indonesia
² Program Studi Biosains, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta 57126, Jawa Tengah, Indonesia

Manuskrip diterima: 13 Agustus 2009. Revisi disetujui: 25 Januari 2010.

♥♥

Edisi bahasa Indonesia dari: *Tribadi, Suranto, Sajidan. 2009. Variation of morphological and protein pattern of cassava (Manihot esculenta) varieties of Adira1 and Cabak makao in Ngawi, East Java. Nusantara Bioscience 2: 14-22*

Key words: *Manihot esculenta*, morphologic variation, anatomy, protein band pattern

Tribadi, Suranto, Sajidan. 2010. Variasi morfologi dan pola pita protein uni kayu (Manihot esculenta) varietas Adira1 dan Cabak makao di Ngawi, Jawa Timur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi morfologi dan anatomi serta pola pita protein ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) yang tumbuh pada tiga daerah ketinggian berbeda. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode sampel acak sederhana (simple random sampling) pada tiga ketinggian tempat yang berbeda yaitu 50,300,1000 m dpl di Kabupaten Ngawi, Jawa Timur serta analisis pola pita protein dilakukan dengan metode SDS-PAGE. Hasil penelitian morfologi dan anatomi diuraikan secara deskriptip dan disajikan dalam bentuk tabel, histogram dan gambar. Analisis pola pita protein dilakukan dengan menggunakan analisis kuantitatif dan kualitatif yaitu berdasarkan muncul tidaknya pola pita protein pada gel dengan menghitung berat molekul berdasarkan marker kode S 8445 dan metode kualitatif berdasarkan kualitas pita yang terbentuk. Pola pita yang terbentuk diestimasi dan disajikan dalam bentuk zimogram. Hasil penelitian menunjukan bahwa ketinggian habitat berpengaruh terhadap variasi morfologi akar, batang, dan daun. Umbi akar terpanjang pada ketinggian 50 m dpl (Cabak makao), diameter batang terlebar pada ketinggian 50 m dpl (Cabak makao), panjang daun dan tangkai terpanjang pada ketinggian 300 m (Cabak makao) dan 1000 m dpl (Cabak makao). Tidak ada perbedaan anatomi pada akar, batang dan daun serta tidak ada perbedaan pola pita protein baik pada varietas Adira-1 maupun Cabak makao.

Kata kunci: *Manihot esculenta*, variasi morfologi, anatomi, pola pita protein

PENDAHULUAN

Tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) bukan merupakan tanaman asli Indonesia, namun menjadi tanaman yang sangat populer di Indonesia. Ubi kayu merupakan tanaman perdu, berasal dari benua Amerika, tepatnya dari Brazil

dan Amerika Tengah (Meksiko, Bolivia, Peru, Venezuela, Guyana, dan Suriname)(Nassar 1978 1992; Olsen dan Schaal 1999; Nassar *et al.* 1996, 2008; Allem 1994). Penyebaran ubi kayu hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India dan Cina. Tanaman ini masuk ke Indonesia pada tahun 1852. Ubi kayu

berkembang di negara-negara agraris. Tanaman ubi kayu tersebar luas di seluruh Indonesia, sehingga memiliki banyak nama lokal, seperti katela, kentila, ubi kayee (Aceh), ubi parancik (Minangkabau) ubi singkong (Jakarta), batata kayu (Manado), bistungkel (Ambon), buari deur, vori jendral, kasapen, sampeu, ubi kayu (Sunda), balet kasame, kaspas, kaspas, kaspas, katela jendral, katela kaspas, kaspas, kaspas, katela budin, katela mantra, katila marikan, katela menyok, katela paung, katela prasman, katela sabekan, katela sarmunah, katela tapah, katela cengkol, ubi kayu, tela pohong (Jawa), blandong, manggala menyok, pohung, pahoung, sambrang balada, same, katela balada, tengsak (Madura), kesame, ketal kayu, sabrang same (Bali), kasubi (Gorontalo), bare, padu, lame kayu (Makasar), lame ayu (Bugis Majene), dan kasibi (Ternate, Tidore) (Heyne 1987; Balitkabi 2009).

Ubi kayu merupakan tanaman pangan dan perdagangan. Sebagai tanaman pangan dan makanan utama di Afrika Selatan dan daerah tertentu di Indonesia. Ubi kayu merupakan sumber karbohidrat bagi sekitar 800 juta orang di seluruh dunia (CIAT 1993; Nweke 1996).

Di Indonesia tanaman ini menempati urutan ketiga setelah padi dan jagung dalam memenuhi kebutuhan karbohidrat. Sebagai tanaman perdagangan ubi kayu dapat menghasilkan gaplek, tapioka, etanol, gula cair, sorbitol, monosodium glutamate, dan tepung aromatik (mocaf) (Harnowo *et al.* 2006; Wargiono 2006). Ubi kayu juga bermanfaat sebagai bahan penghasil energi, hal ini mengacu pada Perpres No 5 tahun 2006 yang mengatakan bahwa peningkatan produksi ubi kayu dapat digunakan sebagai bahan bakar bioethanol campuran premium 10 % (premium mix E10).

Ubi kayu terdiri dari tiga subspecies. Sub species yang dibudidayakan semuanya termasuk *M. esculenta* subsp. *esculenta*, yang berkerabat dekat dengan subspecies liar *M. esculenta* subsp. *peruviana* yang tumbuh di Peru dan Brazil dan subspecies liar *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* yang tumbuh di Brasil dan Venezuela (Allem 1994, 2002). Varietas ubi kayu (*M. esculenta* subsp. *esculenta*) yang telah dilepaskan terdiri dari 7200 kultivar. Varietas ubi kayu unggul saat ini yang biasa ditanam antara lain: Adira-1, Adira 2, Adira 4, Darul Hidayah, Malang 1, Malang 2, Malang 4, Malang 6, UJ 3 dan UJ 5 (Subandi 2007). Kultivar Adira 4, Malang 6, UJ 3 dan UJ 5 memiliki karakter unggul yang sesuai dengan kriteria untuk bahan baku bioethanol (kadar pati tinggi) (Balitkabi 2009).

Tujuan penelitian ini adalah: (i) Mengetahui variasi morfologi ubi kayu yang tersebar pada tiga daerah ketinggian berbeda (50 m, 300 m, 1000 m) dpl di Kabupaten Ngawi. (ii) Mengetahui anatomi ubi kayu yang tersebar pada tiga daerah ketinggian berbeda (50 m, 300 m, 1000 m) dpl di kabupaten Ngawi. (iii) Mengetahui pola pita protein ubi kayu yang tersebar pada tiga daerah ketinggian berbeda (50 m, 300 m, 1000 m) dpl di Kabupaten Ngawi.

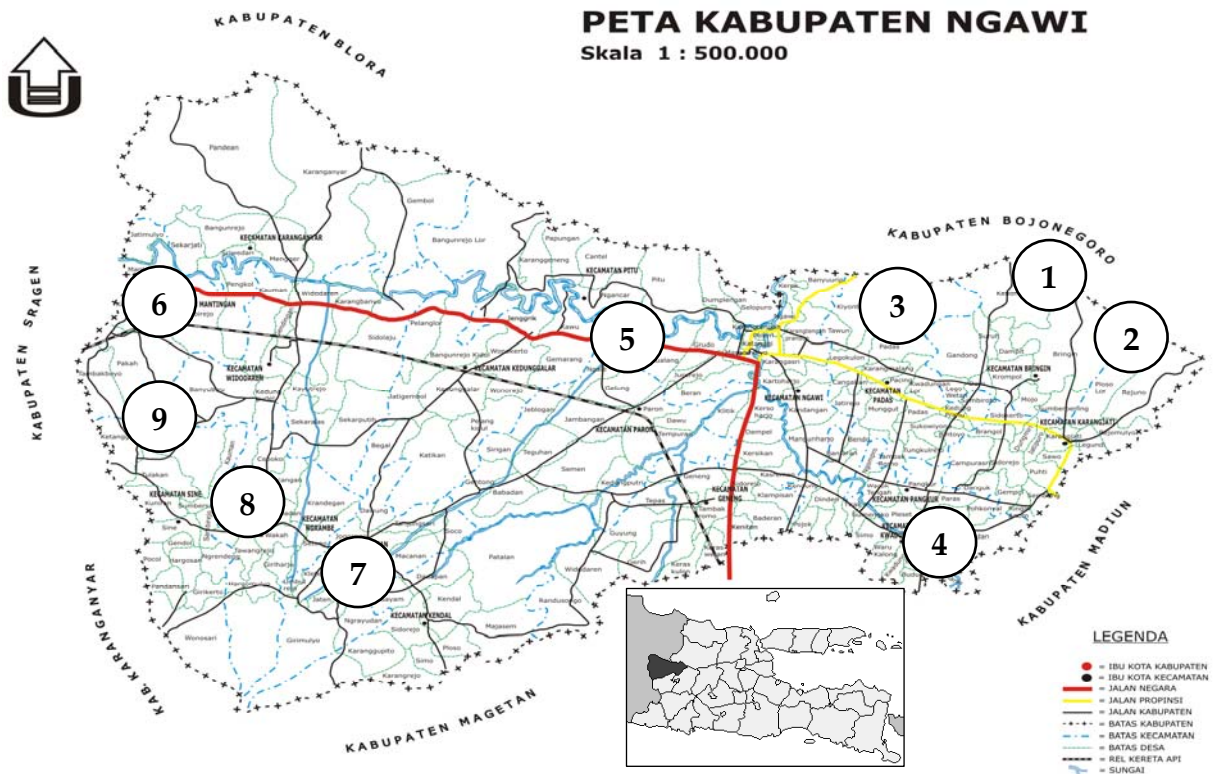
BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Juni 2008 sampai dengan Juni 2009. Penelitian morfologi dan pengambilan sampel daun spesies *M. esculenta* dilakukan pada beberapa kecamatan sentra penanaman dan produksi ubi kayu di Kabupaten Ngawi, Jawa Timur, yaitu: (i) Ngawi bagian utara (\pm 50 m dpl), mencakup kecamatan Karangjati, Bringin dan Karanganyar. (ii) Ngawi bagian tengah (\pm 300 m dpl), Kecamatan Kwadungan, Paron dan Mantingan. (iii) Ngawi bagian selatan (\pm 1000 m dpl) Kecamatan Jogorogo, Ngrambe dan Sine (Gambar 1).

Kabupaten Ngawi bagian utara merupakan dataran rendah, ketinggian 50 m dpl, demikian pula Ngawi bagian tengah, ketinggian sekitar 300 m dpl. Kawasan ini memiliki suhu udara 26-38°C, curah hujan 1800 mm/tahun, jenis tanah grumosol dengan kandungan lempung liat yang keras apabila kering. Ngawi bagian selatan merupakan dataran tinggi dengan rata-rata sekitar 1000 m dpl, dengan puncak Gunung Lawu (3265 m dpl). Lahan Ngawi utara didominasi tanaman perkebunan, ubi kayu, tembakau, jati, kedelai, jagung dan sedikit padi. Lahan Ngawi tengah didominasi tanaman perkebunan, padi, ubi kayu, tembakau, kedelai, jagung, tebu. Ngawi bagian selatan didominasi tanaman perkebunan, rambutan, teh, kopi, ubi kayu, kedelai, jagung, kakao, dan salak (Dinas Pertanian, Perkebunan dan Holtikultura, Kabupaten Ngawi 2009).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanaman ubi kayu (*M. esculenta*) dari tiga lokasi berbeda ketinggian di Kabupaten Ngawi. Penelitian morfologi (meliputi seluruh tanaman dan untuk uji pola pita protein digunakan daun ke tiga dari pucuk tanaman ubi. Pola pita protein dimunculkan dengan metode SDS-PAGE dengan sistem pewarna protein yang digunakan adalah



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel ubi kayu di Kabupaten Ngawi. Bagian utara: 1. Bringin, 2. Karangjati, 3. Karanganyar, bagian tengah: 4. Kwadungan, 5. Paron, 6. Mantingan dan bagian selatan: 7. Jogorogo, 8. Ngrambe dan 9. Sine.

Comassie blue, dengan marker kode S 8445 (Sigma, Jerman). Pengambilan sampel dilakukan dengan metode penarikan sampel acak sederhana (*simple random sampling*).

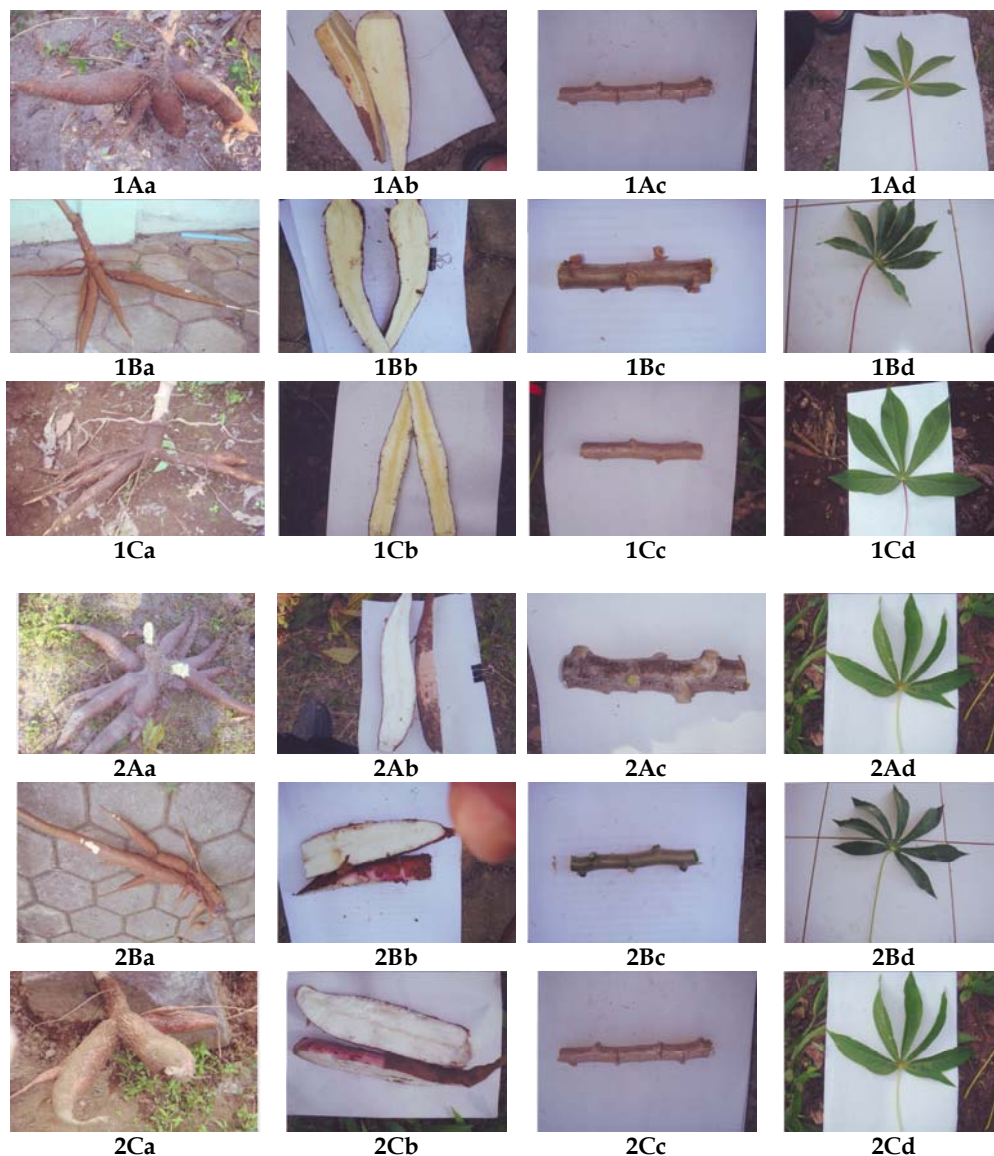
Cara kerja

Pengamatan morfologi dan anatomi. Pengamatan morfologi ubi kayu meliputi akar (warna kulit, warna umbi dan rasa), batang (jarak ruas dan warna), daun (bentuk, dan warna tangkai). Pengamatan anatomi berupa penampang melintang akar, batang dan daun.

Analisis pola pita protein. Analisis pola pita protein dilakukan dengan metode SDS-PAGE (Schägger *et al.* 1988; Artama 1991; Tarkka 2000). Daun ketiga dari pucuk tanaman ubi kayu (dua varietas, tiga lokasi di Ngawi) dicuci dengan akuabides hingga bersih kemudian dipotong kecil-kecil, ditimbang dengan berat 0,5 g dihancurkan dengan mortar dan pestle dicampur extract buffer 500 µL. Setelah hancur dan homogen dimasukkan dalam tabung ependorf. Sentrifugasi disiapkan dan apabila telah dingin

kurang lebih (suhu $\pm 0^{\circ}\text{C}$) maka tabung ependorf dimasukkan untuk disentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 5 menit. Sehingga larutan sampel terpisah menjadi dua bagian. Bagian atas berwarna bening (supernatan) akan digunakan dalam proses elektroforesis, ditaruh disimpan pada suhu 4°C , sedang bagian bawah berupa padat (pellet) dibuang. Supernatant direbus selama dua menit dengan tujuan supaya protein membuka.

Gel polyacrylamide yang terdiri dari 2 bagian yaitu *separating gel* yang terletak di bagian bawah dengan kepekatan 12% dan *stacking gel* yang terletak di bagian atas dengan kepekatan 3%. *Separating gel* dibuat dengan mencampur ± 10 ml stock SDS PAGE 12%, ditambah 7 µl Temed dan 80 µl APS 10 %. Sedangkan *stacking gel* 3% dibuat dengan mencampur 5 ml stok 3% *stacking gel* ditambah 3,5 µl Temed dan 50 µl APS 10 %. Larutan gel polyacrylamide dicampur, setelah homogen *separating gel* dimasukkan dalam gelas elektroforesis, setelah agak mengental ditambahkan isobutanol jenuh, kemudian



Gambar 2. Morfologi ubi kayu, varietas Adira-1 dan Cabak makao dari berbagai ketinggian (50, 300, 1000 m dpl). Keterangan: 1. Adira, 2. cabak makao; A. 50 m dpl, B. 300 m dpl, C. 1000 m dpl; a. Umbi akar b. warna umbi c. batang d. daun

isobutanol jenuh tersebut dibuang dan stacking gel dimasukan dalam gelas elektroforesis tepat di atas *stacking gel*. Setelah itu *sampel comb* dipasang pada *stacking gel* dan dilepas setelah memadat, hingga terbentuk lubang-lubang yang akan diisi dengan supernatan. Supernatan diisikan ke dalam lubang sampel sebanyak 10 μ l. Sebelum pemasangan plat kaca pada bak elektroforesis, harus dipastikan bahwa suhu sirkulator < 4°C. Selajutnya klip penjepit dan shield tube dari plat kaca dilepas dan selanjutnya plat kaca dipasang pada bak elektroforesis secara berhadapan, dengan plat kaca yang bertakik berada di sebelah dalam. Pada saat pemasangan tidak

boleh ada gelembung udara diantara plat kaca, kemudian palang holder dikencangkan. Ditambah larutan *running buffer tank* ke bagian plat kaca yang telah dipasang berhadapan tersebut sehingga tepat dibawah takik. Selajutnya buffer elektroda diisikan lagi hingga penuh dan bak penutup dipasang kembali. Catu daya dihidupkan lagi untuk menjalankan proses elektroforesis dengan arus listrik sebesar 125 volt selama 90 menit atau supernatant sampai batas bawah.

Setelah proses elektroforesis selesai, gel diambil dan dilanjutkan pewarnaan, dengan meletakan gel yang telah dikeluarkan dari gelas

elektroforesis ke dalam baki plastik, kemudian dituangi comassie blue dan dishaker semalam. Setelah itu gel dibilas dengan destaining sampai jernih. Bila gel sudah jernih, maka pencucian dihentikan dengan mengganti destaining dengan asam asetat glacial 10%.

Analisis data

Semua data penelitian dijelaskan secara deskriptif. Pengamatan morfologi yang meliputi akar (umbi), batang dan daun diuji dengan analisis varians dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaannya; disajikan dalam bentuk tabel, gambar dan histogram.

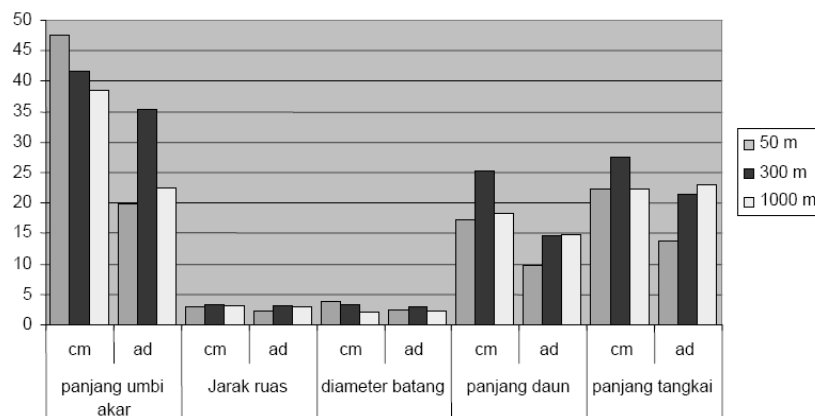
Tabel 1. Hasil pengamatan morfologi *M. esculenta*, varietas Adira-1 dan varietas lokal cabak makao (ditanam bulan Juni 2008- Agustus 2009)

Ciri morfologi	Adira 1			Cabak Makao		
	Ngawi Selatan	Ngawi Tengah	Ngawi Utara	Ngawi Selatan	Ngawi Tengah	Ngawi Utara
	Akar Kulit luar (coklat)	√	√	√	√	√
Kulit dalam (merah)	-	-	-	√	√	√
Kulit dalam (kuning)	√	√	√	-	-	-
Daging umbi (kuning)	√	√	√	-	-	-
Daging umbi (putih)	-	-	-	√	√	√
Rasa (enak)	√	√	√	√	√	√
Batang Kuning	√	√	√	-	-	-
Hijau kehitaman	-	-	-	√	√	√
Daun Bentuk (menjari)	√	√	√	√	√	√
Tangkai (merah)	√	√	√	-	-	-
Tangkai (hijau muda)	-	-	-	√	√	√

Tabel 2. Hasil Pengukuran rata-rata (cm) sifat morfologi *M. esculenta* Crantz, varietas Adira 1 dan varietas lokal Cabak makao berdasarkan ketinggian tempat.

Ketinggian	Panjang umbi akar		Jarak ruas		Diameter batang		Panjang daun		Panjang tangkai	
	Ad	Cm	Ad	Cm	Ad	Cm	Ad	Cm	Ad	Cm
50 m dpl	19,84	47,44	2,32	2,96	2,38	3,92	9,72	17,44	13,84	22,36
300 m dpl	35,28	41,6	3,18	3,4	2,92	3,46	14,64	25,28	21,48	27,48
1000 m dpl	22,55	38,6	3	3,16	2,28	1,96	14,88	18,2	23,04	22,36

keterangan : Ad: Adira; Cm: Cabak makao



Gambar 3. Perbandingan sifat morfologi ubi kayu varietas Adira-1 dan varietas Lokal cabak makao. Keterangan: 1. Ad: Adira, 2. Cm: cabak makao

disajikan dalam bentuk tabel, gambar dan histogram. Pada pengamatan anatomi akar, batang, dan daun, preparat difoto secara mikroskopis, kemudian disajikan dalam bentuk gambar dan hasilnya dibandingkan secara deskriptif antar ketinggian tempat dan varietas. Analisa data pola pita protein dilakukan dengan secara kuantitatif dan kualitatif yaitu berdasarkan muncul tidaknya pola pita gel dengan menghitung berat molekul berdasarkan marker kode S 8445 (Sigma, Jerman) dan metode kualitatif berdasarkan kualitas pola pita yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi

Hasil penelitian morfologi ubi kayu dengan sampel penelitian varietas Adira-1 dan Cabak makao pada ketinggian (50 m, 300 m, 1000 m) dpl di Kabupaten Ngawi menunjukkan adanya variasi. Hasil pengukuran dan pengamatan morfologi ubi kayu varietas Adira-1 dan Cabak makao diperlihatkan pada Gambar 2 dan 3 serta Tabel 1 dan 2.

Adira-1

Ngawi Utara (50 m dpl). Varietas Adira-1, Ngawi Utara, antara lain memiliki akar, warna kulit luar coklat dan warna kulit dalam kuning, rasa enak, batang dengan jarak ruas 2-4 cm, warna kuning, daun bentuk menjari lonjong, warna tangkai merah dan tidak berbunga. Dari lima sampel penelitian didapatkan rata-rata, panjang akar (19,84 cm), jarak ruas (2,32 cm), diameter batang (2,38 cm), panjang daun (9,72 cm), panjang tangkai (13,84 cm). Lokasi penelitian di daerah Karangjati Ngawi dengan curah hujan 1800 mm/tahun, temperature rata-rata 35°C, pH tanah 6, jenis tanah grumusol kelabu tua.

Ngawi Tengah (300 m dpl). Varietas Adira-1 Ngawi Tengah, antara lain memiliki akar warna kulit luar coklat, warna kulit dalam kuning, warna umbi kuning, rasa enak, batang dengan jarak ruas batang 2-4 cm, warna kuning, daun bentuk menjari lonjong, warna tangkai merah, bunga jenis majemuk dan warna coklat. Dari lima sampel penelitian didapatkan rata-rata, panjang akar (35,28 cm), jarak ruas (3,18 cm), diameter batang (2,92 cm), panjang daun (14,64 cm), dan panjang tangkai (21,48 cm). Lokasi penelitian di daerah Kendal Ngawi dengan curah hujan 1885 mm/tahun, temperatur rata-rata 25°C pH tanah, 6, jenis tanah mediteran coklat.

Ngawi Selatan (1000 m dpl). Varietas Adira-1 dari Ngawi Selatan, antara lain memiliki akar warna kulit luar coklat, warna kulit dalam kuning, warna umbi kuning, rasa enak, batang jarak ruas batang 2-4 cm, warna kuning, daun bentuk menjari lonjong, warna tangkai merah dan tidak berbunga. Dari lima sampel penelitian didapatkan rata-rata, panjang akar (22,55 cm), jarak ruas, 3 cm, diameter batang (2,28 cm), panjang daun (14,88) cm, panjang tangkai (23,04 cm). Lokasi penelitian di daerah jamus Ngawi, dengan curah hujan 4473 mm/tahun, temperature 10°C, pH tanah 6, jenis tanah lithosol coklat.

Cabak makao

Ngawi Utara (50 m dpl). Cabak makao, memiliki akar, warna kulit luar coklat, warna kulit dalam merah, warna umbi putih, rasa enak. batang dengan jarak ruas 2-4 cm, warna hijau kehitaman, daun bentuk menjari lonjong, warna tangkai hijau muda, dan tidak berbunga. Dari lima sampel penelitian didapatkan rata-rata, panjang akar (47,44 cm), jarak ruas (2,96 cm), diameter batang (3,92 cm), panjang daun (17,44 cm), dan panjang tangkai (26,6 cm). Lokasi penelitian di daerah karangjati Ngawi, curah

hujan 1800 mm/tahun, temperature rata-rata 35°C, pH tanah 6, jenis tanah grumusol kelabu tua.

Ngawi Tengah (300 m dpl). Cabak makao antara lain memiliki: akar warna kulit luar coklat, dan kulit akar bagian dalam berwarna merah, warna umbi putih, rasa enak, batang dengan jarak ruas 2-4 cm, warna hijau kehitaman, daun bentuk menjari lonjong, warna tangkai hijau muda, bunga majemuk warna coklat. Dari lima sampel penelitian didapatkan rata-rata, panjang akar (41,60 cm), jarak ruas (3,4 cm), diameter batang (3,46 cm), panjang daun (25,28 cm), dan panjang tangkai (27,48 cm). Lokasi penelitian di daerah Kendal Ngawi dengan curah hujan 1885 mm/tahun, temperature rata-rata 25°C, pH tanah 6, jenis tanah mediteran coklat.

Ngawi Selatan (1000 m dpl). Cabak makao, antara lain memiliki warna kulit akar bagian luar berwarna coklat dan bagian dalam, berwarna merah, warna umbi putih, rasa enak, batang jarak ruas 2-4 cm, warna hijau kehitaman, daun warna tangkai hijau muda dan bunga majemuk berwarna coklat. Dari lima sampel penelitian didapatkan rata-rata, panjang akar (38,6 cm), jarak ruas (3,16 cm), diameter batang (1,96 cm), panjang daun (18,2 cm), dan panjang tangkai (22,36 cm). Lokasi penelitian di daerah Jamus Ngawi dengan curah hujan 4473 mm/tahun, temperature rata-rata 10°C, pH tanah 6, jenis tanah lithosol coklat.

Hasil pengamatan morfologi ubi kayu, varietas Adira-1 dan Cabak makao dari tiga daerah penelitian/ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl, dan 1000 m dpl mengenai panjang umbi akar, jarak ruas, diameter batang, panjang daun, dan panjang tangkai, terdapat perbedaan variasi morfologi. Hal ini dibuktikan dengan data Tabel 2 dan Gambar 3 yang menunjukkan ada perbedaan signifikan. Ini berarti lingkungan dalam hal ini ketinggian tempat berpengaruh pada variasi morfologi khususnya ubi kayu, varietas Adira-1 dan Cabak makao di Ngawi.

Berdasarkan data pada Tabel 2 serta (Gambar 3) untuk varietas Adira-1 didapat data sebagai berikut: untuk pengukuran panjang umbi akar diperoleh kesimpulan bahwa ada perbedaan secara signifikan, berarti ketinggian tempat hidup berpengaruh pada panjang umbi akar. Umbi akar terpanjang didapat pada sampel penelitian dengan ketinggian 300 m dpl (35,28 cm). Untuk pengukuran jarak ruas diperoleh kesimpulan bahwa ada perbedaan, tapi tidak signifikan berarti ketinggian tempat hidup berpengaruh pada jarak ruas, terpanjang

ditemukan pada sampel penelitian dengan ketinggian 300 m dpl (3,18 cm). Ketinggian juga berpengaruh pada diameter batang tapi tidak signifikan. Untuk panjang daun juga diperoleh data ada perbedaan, tapi terdapat data yang hampir sama yaitu pada sampel penelitian 300 m dpl dan 1000 m dpl berarti juga ketinggian berpengaruh pada variasi morfologi khususnya panjang daun meskipun tidak mutlak, ketinggian juga berpengaruh pada panjang tangkai daun, data terpanjang diperoleh pada sampel penelitian dengan ketinggian 1000 m dpl (27,48 cm).

Demikian juga data Tabel 2 (Gambar 3) untuk Cabak makao diperoleh data sebagai berikut: ketinggian tempat berpengaruh pada variasi morfologi khususnya panjang umbi akar data terpanjang diperoleh pada ketinggian 50 m dpl (47,44 cm), ketinggian tempat juga berpengaruh pada jarak ruas meskipun tidak signifikan data terpanjang didapat pada ketinggian 300 m dpl (3,4 cm), diameter batang juga ada perbedaan meskipun tidak signifikan, ketinggian tempat juga berpengaruh nyata serta meyakinkan pada variasi morfologi khususnya panjang daun terpanjang didapat pada sampel penelitian dengan ketinggian 300 m dpl (25,28 cm), hampir sama pada ketinggian 50 m dan 1000 m dpl dan panjang tangkai data terpanjang pada sampel penelitian 300 m dpl (27,48 cm) dan hampir sama pada sampel penelitian dengan ketinggian 50 m dan 1000 m dpl.

Pada tingkat organisme, fenotipe merupakan sesuatu yang dapat dilihat, diamati, diukur, sesuatu sifat atau karakter. Fenotipe ditentukan oleh sebagian genotipe individu, sebagaimana oleh lingkungan tempat individu tersebut hidup, waktu dan pada sejumlah sifat, interaksi antara genotipe dan lingkungan. Waktu biasanya digolongkan sebagai aspek lingkungan (hidup) hal ini dapat dituliskan sebagai berikut: $P = G + E$, dengan P berarti fenotipe, dan E berarti lingkungan. Pengamatan fenotipe dapat secara sederhana (misalnya warna bunga, warna tangkai daun) atau sangat rumit hingga memerlukan alat dan metode khusus (Cheverud 1982).

Pada ubi kayu sejenis yang ditemukan pada tiga lokasi penelitian (50 m, 300 m, 1000 m) dpl tidak menunjukkan variasi morfologi yang signifikan, kecuali untuk panjang umbi akar, panjang daun dan tangkai daun. Variasi ini berkaitan dengan pertumbuhan dari masing-masing tanaman. Rata-rata ubi kayu yang ditemukan pada ketinggian tempat hidup 300 m

dpl memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dua lokasi penelitian yang lainnya, walaupun dengan umur panen yang sama (satu tahun tanam). Perbedaan itu muncul berkaitan dengan faktor fisik/lingkungan ubi kayu tersebut hidup. Ubi kayu di lokasi penelitian dengan ketinggian 300 m dpl merupakan tempat yang baik dan ideal serta sengaja dibudidayakan dan dirawat dengan baik sehingga menunjang bagi pertumbuhan dan perkembangannya.

Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mempengaruhi bukaan stomata yang berdampak pada laju fotosintesis (Levitt 1980). Suhu udara di atas 30°C cenderung menyebabkan stomata ubi kayu membuka, sehingga fotosintesis lebih aktif dan pertumbuhan tanaman lebih cepat (Bueno 1986), sedangkan suhu di bawah 20°C stomata ubi kayu cenderung menutup (Akparobi et al, 2002a,b). Suhu yang rendah menyebabkan pertumbuhan ubi kayu lebih lambat (El-Sharkawy 2004). Di samping itu, respon stomata tanaman terhadap suhu juga sangat dipengaruhi oleh kadar air pada tanaman dan kelembaban udara (Berry dan Bjorkman 1980).

Menurut Park *et al.* (1997) dan Sulistyono *et al.* (1999) setiap menghadapi cekaman lingkungan tanaman senantiasa melakukan adaptasi. Tanaman menghadapi cekaman naungan akan melakukan strategi untuk penyesuaian, misalnya melalui perubahan-perubahan karakter morfologi dan fisiologi. Perubahan karakter ini spesifik misalnya pada kondisi naungan daun meningkat luasnya tetapi lebih tipis (Taiz dan Zeiger 1991).

Fenotip/morfologi pada makhluk hidup merupakan perpaduan antara faktor genotip dan faktor lingkungan (Prawoto *et al.* 1987), lingkungan ngawi utara, Ngawi Tengah dan Ngawi Selatan berbeda (ketinggian, curah hujan, temperatur dan jenis tanah), fenotif yang muncul berupa karakter morfologi pada sampel penelitian (ubi kayu, varietas Adira-1 dan Cabak makao) adalah ketinggian tempat hidup terlihat berbeda signifikan berpengaruh pada variasi morfologi kecuali pada bagian-bagian tertentu seperti warna umbi, warna kulit akar luar dan dalam, warna tangkai dan batang serta rasa. Hal ini disebabkan fenotip yang muncul tidak mesti berupa karakter morfologi, bisa juga berupa karakter fisiologi. Perubahan dalam karakter fisiologi hanya mempengaruhi sistem kinerja sel sehingga tidak dapat dideteksi pada karakter morfologi.

Kemungkinan lain adanya karakter yang tidak berubah antara sampel penelitian (ubi kayu), varietas Adira-1 dan Cabak makao di Ngawi utara, Ngawi tengah, Ngawi selatan meskipun lingkungan berbeda disebabkan Faktor genetik punya pengaruh yang lebih kuat

daripada faktor lingkungan sesuai yang dikatakan oleh Suranto (2001) bahwa munculnya variasi dapat disebabkan oleh dua Faktor yaitu Faktor lingkungan dan Faktor genetik. Apabila Faktor genetik memiliki pengaruh lebih kuat daripada Faktor lingkungan, maka makhluk

hidup pada lingkungan yang berbedapun tidak menunjukkan variasi morfologi.

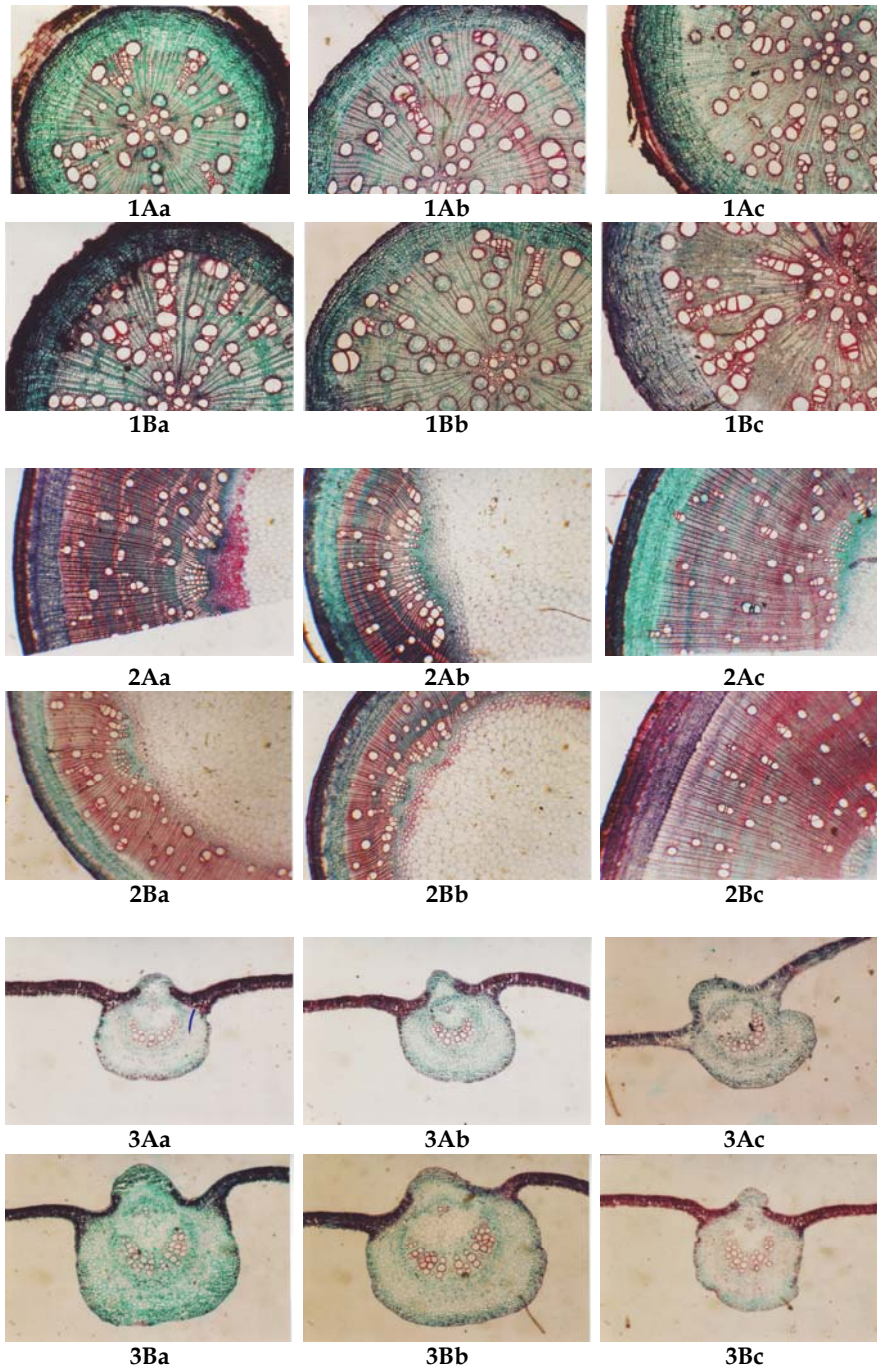
Anatomi

Analisis berdasar sayatan penampang melintang anatomi tanaman ubi kayu, varietas Adira-1 dan cabak makao, meliputi penampang melintang akar, batang, dan daun pada ketinggian yang berbeda yaitu: 50 m dpl, 300 m dpl dan 1000 m dpl disajikan pada Gambar 4.

Adira-1

Akar. Berdasar hasil sayatan penampang melintang dengan pembesaran 4x10 mm, pada ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl dan 1000 m dpl sel-selnya kelihatan tidak ada perbedaan/Hampir sama antara 50 m dpl, 300 m dpl dan 1000 m dpl.

Batang. Hasil sayatan penampang melintang dengan pembesaran 2,4x10 mm, kerapatan antar sel-selnya sedikit ada perbedaan pada ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl, dan 1000 m dpl. Ketinggian tempat tampak berpengaruh terhadap jarak antar sel/kerapatan, ketinggian 50 m dan



Gambar 4. Penampang melintang akar, batang, daun ubi kayu varietas Adira-1 dan varietas lokal cabak makao berdasar ketinggian habitat. Keterangan: No. 1: penampang melintang akar, 2: penampang melintang batang, 3: penampang melintang daun; A: Adira-1, B: Cabak makao; a. ketinggian 50 m dpl, b. 300 m dpl, c. 1000 m dpl

1000 m dpl tampak lebih besar dibanding 300 m dpl, tetapi tidak signifikan.

Daun. Sel-sel parenkim daun, ditemukan hampir sama/tidak ada perbedaan yang signifikan. Jaringan pengangkut (floem dan xylem) menunjukkan keadaan yang tidak jauh berbeda baik pada ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl, dan 1000 m dpl (Gambar 4)

Cabak makao

Akar. Analisis berdasar anatomi akar, ubi kayu, Varietas Lokal cobak makao, dengan pembesaran 4×10 mm², dapat ditemukan kerapatan, hampir sama, tidak ada perbedaan yang signifikan. Struktur jaringan penyusun organ akar menunjukkan bentuk yang sama.

Batang. Analisis batang ubi kayu, Cabak makao dengan pembesaran 4×10 mm, jarak antar sel-sel atau kerapatan pada ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl tampak lebih kecil dibanding pada ketinggian 1000 m dpl artinya ketinggian tempat tidak signifikan berpengaruh pada anatomi batang atau menunjukkan perbedaan. Ketinggian tempat kurang berpengaruh terhadap jarak antar sel/kerapatan.

Daun. Analisis penampang melintang daun, berfokus pada tulang daun, dengan pembesaran 4×10 , menunjukkan persamaan struktur, baik ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl, dan 1000 m dpl. Sel-sel sekitar jaringan pengangkut daun tampak tidak ada perbedaan pada ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl dan 1000 m dpl (Gambar 4). Berdasarkan hasil karakterisasi diatas menunjukkan bahwa ubi kayu sebagai sampel penelitian walaupun ditanam pada lokasi yang berbeda tetap mengekspresikan struktur yang sama/tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini dapat dipahami bahwa ketiga lokasi penelitian sebagai lokasi pengambilan sampel masih dalam satu kawasan yaitu di daerah kabupaten Ngawi, sehingga sangat dimungkinkan bahwa masing-masing sampel penelitian yang ada di ketiga lokasi tersebut adalah satu tetua, dan tidak ada perbedaan secara genetis. Faktor genetis lebih kuat mempengaruhi ekspresi fenotip bila dibandingkan dengan factor lingkungannya, sehingga walaupun ditanam pada lokal atau ketinggian tempat yang berbeda tetap mengekspresikan sifat/ struktur yang sama. Hal ini didukung dengan hasil berdasarkan variasi morfologi yang menunjukkan bahwa ubi kayu dengan varietas yang sama ditemukan pada lokasi yang berbeda tidak menampilkan variasi morfologi.

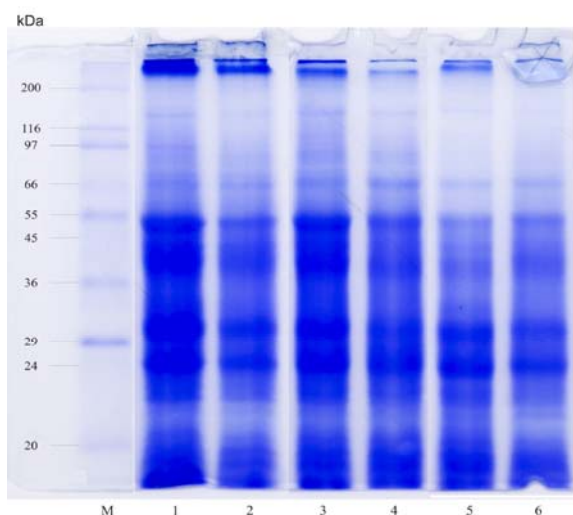
Kenampakan suatu fenotip tergantung dari sifat hubungan antara genotip dan lingkungan. Dalam kenyataan, perkembangan suatu organisme sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungannya dan juga interaksi gen. Organisme hidup selalu tanggap terhadap lingkungan selama perkembangannya. Dalam pengertian luas, lingkungan termasuk faktor-faktor dalam sel dan faktor di luar sel yang mempengaruhi penampakan fenotip. Kedua faktor tersebut dapat memberikan pengaruh besar terhadap fenotip (Crowder 1997).

Hasil analisis penampang melintang/anatomi akar, batang, daun, ubi kayu, varietas Adira-1 dan Cabak makao, pada ketinggian 50 m dpl, 300 m dpl, dan 1000 m dpl di kabupaten ngawi dapat didiskripsikan sebagai berikut: jarak antar sel /kerapatan pada penampang melintang akar tidak menunjukkan perbedaan. Juga tidak terdapat perbedaan jarak antar sel/kerapatan pada penampang melintang batang. Tidak ada perbedaan jarak antar sel/kerapatan pada penampang, melintang daun. Kesimpulan akhir dari pembahasan ini sebagai berikut: ketinggian tempat hidup tidak berpengaruh pada anatomi batang, akar dan daun.

Pola pita protein

Menurut Suketi (1994) protein atau enzim dapat dipisahkan dengan menggunakan metode elektroforesis dan hasilnya berupa zimogram pola pita. Zimogram hasil elektroforesis bercorak khas sehingga dapat digunakan sebagai ciri fenotip untuk mencerminkan pembuka genetik. Pada elektroforesis gel yang digunakan adalah gel poliakrilamid. Persentase poliakrilamid dalam media elektroforesis yang sering digunakan adalah 7%, biasanya dalam buffer trisglisin pada pH 8,1. Pada kasus-kasus tertentu perbandingan antara poliakrilamid dan pH bervariasi (Suranto 2001). Elektroforesis adalah suatu proses dimana molekul enzim/protein yang telah dialiri listrik bergerak melalui medan listrik. Kecepatan bergerak molekul enzim/protein tersebut tergantung pada besarnya muatan listrik. Pemisahan molekul enzim/ protein oleh proses elektroforesis dipengaruhi oleh dua hal yaitu: besar kecilnya muatan listrik dan besarnya kecilnya ukuran dan bentuk dari partikel.

Hasil elektroforesis pada gel polyakrilamid daun ubi kayu, varietas Adira-1 dan Cabak makao dengan marker kode S 8445, ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola pita protein daun ubi kayu varietas Adira-1 (1, 3, 5) dan Cabak makao (2, 4, 6). Keterangan: 1: Adira-1 50 m dpl, 2: lokal cabak makao 50 m dpl, 3: Adira-1 300 m dpl, 4: lokal cabak makao 300 m dpl, 5: Adira-1 1000 m dpl, 6: lokal cabak makao 1000 m dpl, M = marka protein (S 8445, Sigma).

Berdasarkan zimogram (Gambar 5) varietas Adira-1 (no. 1, 3, 5) mengekspresikan 20 pita yaitu no 1, 2 (tebal) tidak terdeteksi BM nya, no 3 BM 158 kDa, no. 4 BM 92,6 kDa, no.5 BM 88,2 kDa, no 6 BM 70,4 kDa, no 7 BM 66 kDa, no 8 BM 63,8 kDa, no 9 (tebal) BM 55 kDa, no 10 (tebal)BM 45 kDa, no11 (tebal) BM 44 kDa, no 12 (tebal)BM 42 kDa, no 13 (tebal)BM 38,3 kDa, no 14 (tebal) BM 30,4 kDa, no 15 (tebal) BM 25,8 kDa, no 16 BM 23,7 kDa, no 17 BM 20 kDa, no. 18,19, 20 tidak terdeteksi. Pola pita terekspresi sama baik pada ketinggian (50 m, 300m 1000m) dpl. Untuk Cabak makao gambar 12, no 2, 4, 6 mengekspresikan 20 pita yaitu no.1, 2 (tebal) tidak terdeteksi, no 3 BM 158 kDa, no 4 BM 92,6 kDa, no 5 BM 88,2 kDa, no 6 BM 70,4 kDa, no 7 BM 66 kDa, no 8 BM 63,8 kDa, no 9 BM 55 kDa, no 10 BM 45 kDa, no 11 BM 44 kDa, no 12 BM 42 kDa, no 13 BM 38,3 kDa, no 14 BM 30,4 kDa, no 15 (tebal) BM 25,8 kDa, no 16 BM 23,7 kDa, no 17 BM 20 kDa, no 18,19,20 tidak terdeteksi. Pita terekspresi sama baik pada ketinggian 50, 300, 1000 m dpl.

Pola pita protein varietas Adira-1 dan Cabak makao pada ketinggian 50 m dpl (no 1, 2) dan 300 m dpl (no 3, 4) secara umum tampak lebih tebal dibanding pada varietas Adira-1 dan Cabak makao pada ketinggian 1000 m dpl (no 5, 6), hal ini menunjukkan kandungan proteinnya lebih tinggi, kemungkinan karena pada ketinggian 50 m dan 300 m dpl sinar matahari sepanjang hari

sehingga proses fotosintesis lebih lancar termasuk proses pembentukan protein. Profil pita protein sampel penelitian (Adira-1 dan Cabak makao) pada ketinggian 50, 300, 1000 m dpl tidak menunjukkan adanya perbedaan/variasi, terlihat adanya pita yang terekspresi sama. Perbedaan hanya terlihat dari tebal-tipisnya pita karena perbedaan jumlah molekul-molekul protein yang termigrasi atau perbedaan kandungan/ kuantitas protein. Perbedaan ketebalan pita protein tidak menunjukkan perbedaan berat molekul, tetapi hanya menunjukkan perbedaan kandungan/kuantitas protein yang termigrasi (Maryati 2008).

Tampaknya, terbatasnya jumlah sampel yang diuji menyebabkan tidak munculnya polimorfisme protein pada ubi kayu, mengingat beberapa penelitian lain menunjukkan adanya polimorfisme pada ubi kayu dan kerabatnya dengan penanda protein seperti Nassar (2003), De Souza (2002), dan Nassar *et al.* (2010). Di sisi lain, kajian dengan isozim, yang setara dengan protein, untuk mempelajari keragaman ubi kayu juga menunjukkan banyaknya polimorfisme di dalam populasi. Sumarani *et al.* (2004) menemukan bahwa 37 pita polimorfisme muncul pada pengujian 218 aksesori ubi kayu liar dengan enzim esterase. Lefèvre dan Charrier (1993) menemukan bahwa dari 365 kultivar dan 109 aksesori liar ubi kayu di Afrika terdapat 17 pita polimorfisme yang dimunculkan dengan 10 enzim pewarna. Di Parana Brazil, Resende *et al.* (2000), menemukan 28 lokus polimorfisme dari sampel ubi kayu lokal dengan empat sistem enzim. Penelitian oleh Montarroyos *et al.* (2005), terhadap 28 aksesori ubi kayu di Pernambuco, Brazil menunjukkan adanya 6 dan 8 pola pita isozim dengan GOT dan peroksidase.

KESIMPULAN

Ketinggian tempat hidup berpengaruh terhadap variasi morfologi, panjang umbi akar, panjang daun dan panjang tangkai daun. Ukuran terpanjang didominasi sampel dari ketinggian 300 m dpl karena ketinggian tersebut merupakan habitat yang baik dan ideal untuk bertanam ubi kayu. Pengamatan anatomi menunjukkan bahwa ketinggian tempat hidup tidak berpengaruh pada anatomi akar, batang dan daun. Analisis pola pita protein menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan profil pita protein sampel ubi kayu dari varietas yang berbeda (varietas Adira-

1 dan Cabak makao) atau ketinggian yang berbeda (50 m, 300 m dan 1000 m dpl, pita yang terekspresi terlihat sama. Perbedaan hanya pada tebal-tipisnya pita karena perbedaan kandungan/kuantitas molekul-molekul protein yang termigrasi. Keragaman genetik dengan isozim pada populasi ubi kayu juga ditemukan oleh Hussain *et al.* (1987), Ramirez *et al.* (1987), dan Sarria (1993).

DAFTAR PUSTAKA

- Akparobi SO, Ekanayake IJ, Togun AO. 2002. Genotypic variability for cassava tuberous root development in two low altitude and mid altitude savanna sites of Nigeria. *African J Root Tuber Crops* 5 (1): 24-28.
- Akparobi SO, Togun AO, Ekanayake IJ, Idris R. 2002. Effect of low temperatures on dry matter partitioning and yield of cassava clones. *Tropical Sci* 42: 22-29.
- Allem AC (2002) The origin and taxonomy of cassava. In: Hillocks RJ, Thresh JM, Bellotti AC (eds). *Cassava: biology, production and utilization*. CAB International, New York.
- Allem AC. 1994. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). *Genet Resour Crop Evol* 41: 133-150.
- Artama WT. 1991. *Rekayasa genetika*. PAU - Bioteknologi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Balitkabi. 2009 *Teknik budidaya ubi kayu*. Balitkabi. Malang.
- Berry JA, Bjorkman O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 29: 345-378
- Bueno A. 1986. Adequate number of environments to evaluate cassava cultivars. *Rev. Bras. Mandioca* 5: 83-93.
- Cheverud JM. 1982. Phenotypic, genetic, and environmental morphological integration in the cranium. *Evolution* 36 (3): 499-516.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (1993). *Cassava: The latest facts about an ancient crop*. CIAT. Cali, Colombia.
- Cock JH. 1985. *Cassava: New potential for a neglected crop*. Westview Press. Boulder, Colorado.
- Crowder. LV. 1997. *Genetika tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- De Souza CRB, Carvalho LJCB, De Almeida ERP, Gander ES. 2002. Identification of cassava root protein genes. *Plant Foods Human Nutr* 57 (3-4): 353-363.
- Dinas Pertanian. 2009 *Budidaya ubi kayu (Manihot esculenta Crantz)* Dinas Pertanian, Perkebunan dan Holtikultura, Kabupaten Ngawi. Ngawi.
- El-Sharkawy MA. 2004. Cassava biology and physiology. *Plant Mol Biol* 56:481-501.
- Harnowo D, Subandi, Saleh N. 2006. *Prospek strategi dan teknologi pengembangan ubi kayu*. Agrobisnis dan ketahanan pangan. Balitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid I-IV. Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan Jakarta.
- Lefèvre E, Charrier A. 1993. Heredity of seventeen isozyme loci in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Euphytica* 66: 171-178.
- Levitt J. 1980. *Responses of plants to environmental stresses*. Academic Press, New York. 1: 497.
- Maryati KT. 2008. *Karakterisasi lundi putih (Melolonthidae coleopteran) pada pertanaman salak, berdasarkan ciri morfologi dan pola pitaprotein*. [Tesis]. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Montarroyos AVV, de Lima MAG, dos Santos EO, de Franca JGE. 2003. Isozyme analysis of an active cassava germplasm bank collection *Euphytica* 130 (1): 101-106.
- Nassar NM, Hashimoto DY, Fernandes SD. 2008. Wild *Manihot* species: botanical aspects, geographic distribution and economic value. *Genet Mol Res* 7 (1): 16-28.
- Nassar NMA, Bomfim N, Chaib A, Abreu LFA, Gomes PTC. 2010. Compatibility of interspecific *Manihot* crosses presaged by protein electrophoresis. *Genet Mol Res* 9 (1): 107-112.
- Nassar NMA, Carvalho CG, Vieira C. 1996. Overcoming crossing barriers between cassava, *Manihot esculenta* Crantz and a wild relative, *M. pohlii* Warm. *Braz J Genet* 19 (4): 617-620.
- Nassar NMA. 1978. Wild *Manihot* species of Central Brazil for cassava breeding. *Canadian J Plant Sci* 58: 257-261.
- Nassar NMA. 1992. Cassava, *Manihot esculenta* Crantz, genetic resources: origin of the crop, its evolution and relationships with wild relatives. *Genet Mol Res* 1 (4): 298-305
- Nassar NMA. 2003. Gene flow between cassava, *Manihot esculenta* Crantz, and wild relatives. *Genet Mol Res* 2 (4): 334-347.
- Nweke FI. 1996. Cassava processing in sub-Saharan Africa: Implications for expanding cassava production. *IITA Res* 12: 7-14.
- Olsen KM, Schaal BA. 1999. Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proc Natl Acad Sci USA* 96: 10 5586-105591.
- Park YL, Chow WS, Anderson JM. 1997. Antenna size dependency of photoinactivation of photosystem II in light-acclimated pea leaves. *Plant Physiol* 115: 151-157.
- Perpres 2006. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun tentang Kebijakan Energi Nasional*.
- Prawoto, Sujoko, Maryam S. 1987. *Evolusi*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Ramirez H, Hussain H, Roca W, Bushuk W. 1987. Isozyme electrophoregrams of sixteen enzymes in five tissues of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. *Euphytica* 36: 39-48.
- Resende AG, Filho PSV, Machado MDFPS. 2000. Isozyme Diversity in Cassava Cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). *Biochem Genet* 38 (7-8): 203-216.
- Sarria R, Ocampo C, Ramirez H, Roca WM. 1993. Genetic of esterase and glutamate oxaloacetate transaminase isozymes in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). In: Roca WM, Thro AM (eds). *Proc 1st Intl Sci Meeting of the Cassava Biotechnology Network*. CIAT, Cartagena, Columbia, 25-28 August 1992.
- Schägger H, Aquila H, Von Jagow G. 1988. Coomassie blue-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for direct visualization of polypeptides during electrophoresis. *Analytic Biochem* 173 (1): 201-205.
- Subandi. 2007. *Varietas Unggul Utama Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Balitkabi. Malang.
- Suketi K. 1994. *Studi karakterisasi bibit klonal durian berdasarkan morfologi daun dan pola pita isozim*. [Tesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sulistiyono E, Sopandie D, Chozin MA, Suwarno. 1999. *Adaptasi padi gogo terhadap naungan: pendekatan morfologi dan fisiologi*. *Komunikasi Pertanian* 4 (2): 62-68.
- Sumarani GO, Pillai SV, Harisankar P, Sundaresan S. 2004. Isozyme analysis of indigenous cassava germplasm for identification of duplicates. *Genet Resour Crop Evol* 5 (2): 205-209.

- Suranto. 2001. Isozymes studies on the morphological variation of *Ranunculus nanus* population. *Agrivita* 3 (2): 139-146
- Taiz L, Zeiger E. 1991. *Plant physiology*. Benjamin/Cumming. Tokyo
- Tarkka, M. T., Vasara, R., Gorfer, M., and Raudaskoski, M. 2000. Molecular characterization of actin genes from homobasidiomycetes: two different actin genes from *Schizophyllum commune* and *Suillus bovinus*. *Gene* 251:27-35.
- Veltkamp HJ, Bruijn GH. 1996. *Manihot esculenta* Crantz. In: Flach M, Rumawas F (eds). *Plant Resources of South-East Asia 9: Plants yielding non-seed carbohydrates*. Pudoc. Wageningen.
- Wargiono J, Hasanudin A, Suyamto. 2006. *Teknologi ubi kayu mendukung industri bioethanol*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Balitkabi. Malang.