

KORELASI KARAKTER ANATOMI DAUN UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L.) KULTIVAR TAHAN DAN TIDAK TAHAN TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT KUDIS DAUN

ADE WINDA PRADANA, SITI SAMIYARSIH, JUNI SAFITRI MULJOWATI

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is one of alternative food sources beside than rice. Sweet potatoes are contains minerals, nutrients, sources of energy, protein, vitamins A and C. Sweet potatoes have lower productivity than rice and cassava. The low productivity of sweet potatoes due to several factors, which one of them is a leaf scab disease caused by pathogens *Sphaceloma batatas* Saw. The purpose of this study is to determine the character of the anatomy of sweet potato leaf cultivars that resistant and unresistant to the intensity of leaf scab disease, as well as the correlations between the anatomy character of sweet potato leaves with leaf scab disease intensity. The method used in this study is an experimental method with factorial completely randomized design. The first factor is the character of the anatomy of four cultivars sweet potato leaves, Cangkung and Sukung cultivars (cultivars resistant), cultivars Cilembu and Beta (unresistant cultivars). The second factor is the inoculation treatment *S. batatas* Saw. The parameters were observed thickness of cuticle, epidermis, mesophyll, the size (length and width) stomata, density of stomata and trikوماتa as well as the intensity of the disease were analyzed using analysis of variance (ANOVA). To determine the correlation between the anatomy character leaves with disease intensity using regression correlation analysis. The results showed that Cangkung cultivar has cuticle, epidermis and mesophyll thickest. Beta cultivars have stomata size of the longest and widest. Cilembu cultivar has the highest density of stomata. Sukung cultivars has the highest density. The anatomy characters include of a thick cuticle, epidermis, stomata size (length and width), as well as the density of stomata and trikوماتa correlated with intensity of leaf scab disease.

KEY WORDS: sweet potato, cultivars, character anatomy, leaf scab disease intensity, correlations

Penulis korespondensi: ADE WINDA PRADANA | email: adewinda25@gmail.com

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu sumber pangan alternatif selain beras (Martanto, 2010), karena mengandung karbohidrat lebih tinggi dibandingkan padi dan jagung (Logo, 2011). Menurut Villareal & Grigs (1982) ubi jalar mengandung 78,8 g karbohidrat, 6,8 g protein, 0,7 g lemak, 5 g gula, tiamin, besi dan kalsium. Selain itu, ubi jalar mengandung kalori lebih banyak dibandingkan dengan padi, jagung dan ubi kayu. Rahmiana *et al.* (2015) menambahkan, terdapat sejumlah mineral, nutrisi, vitamin A dan vitamin C pada bagian umbi ubi jalar. Tanaman ini sudah menjadi makanan pokok di Indonesia bagian timur, seperti Papua (Logo, 2011).

Hasil survei Badan Pusat Statistik (2014), produksi rata-rata ubi jalar di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Produksi rata-rata komoditas ubi jalar pada tahun 2012 sebesar 8.324 ton.ha⁻¹. Namun, pada tahun 2013 dan 2014 produksi rata-rata komoditas ubi jalar sebesar 7.424 ton.ha⁻¹ dan 5.934 ton.ha⁻¹. Menurut Listiyowati (1998), menurunnya produktivitas ubi jalar disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya adalah penyakit kudis daun yang disebabkan oleh patogen *Sphaceloma batatas* Saw.

Penyakit kudis daun yang disebabkan patogen *S. batatas* Saw adalah penyakit yang paling serius pada tanaman ubi jalar. Patogen *S. batatas* Saw dapat menginfeksi tanaman ubi jalar mulai dari umur 14 hari. Hal ini mengakibatkan penurunan produksi umbi ubi jalar berkisar antara 50–100% pada intensitas penyakit kudis daun yang parah (Wargiono, 1981). Selain itu, patogen *S. batatas* Saw dapat menghambat

pertumbuhan dan perkembangan tanaman ubi jalar sehingga menurunkan produksi jumlah maupun bobot umbi, yang berakibat penurunan pemenuhan permintaan konsumen terhadap ubi jalar (Listiyowati, 1998).

Secara histologis daun tersusun atas tiga sistem jaringan, antara lain epidermis, mesofil, dan jaringan pembuluh. Derivat epidermis terdiri dari kutikula, sel kipas, stomata dan trikوماتa. Mesofil dapat disebut juga dengan jaringan dasar. Mesofil terdiri dari dua bentuk jaringan, yaitu parenkim palisade dan parenkim spons. Jaringan pembuluh terdapat pada tulang daun. Jaringan pembuluh terdiri dari xilem dan floem. Xilem berfungsi dalam pengangkutan air dan hara mineral, sedangkan floem berfungsi dalam pengangkutan zat-zat organik hasil fotosintesis (Ali *et al.*, 1991).

Korelasi karakter anatomi daun ubi jalar terhadap intensitas penyakit kudis daun perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat unggul dari beberapa kultivar ubi jalar. Karakter anatomi merupakan parameter ketahanan struktural terhadap intensitas suatu penyakit. Keragaman struktur dan karakter anatomi daun dapat dilihat melalui ukuran panjang dan lebar stomata serta kerapatan stomata dan trikوماتa pada tanaman (Semangun, 2001).

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan tujuan penelitian ini yaitu: mengetahui perbedaan karakter anatomi daun ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan terhadap penyakit kudis daun dan mengetahui korelasi antara karakter anatomi daun ubi jalar dengan intensitas penyakit kudis daun.

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya tentang karakter anatomi daun ubi jalar yang sehat dan yang terinfeksi penyakit kudis daun sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya di bidang pemuliaan tanama

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) kultivar Cangkuang dan Sukeh (tahan) serta Cilembu dan Beta (rentan). Bahan kimia yang digunakan adalah paraffin, FAA, alkohol 70%, 80%, 96%, alkohol absolut, safranin 1% dalam alkohol 70%, parafin, xilol, *Sphaceloma batatas* Saw, media PDA instan, *Chloramphenicol*, gliserin, akuades, entelan, kutek, tanah steril dan buku identifikasi *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Alat yang digunakan adalah cawan petri, jarum ose, pembakar bunsen, *Lamina Air Flow* (LAF), sprayer, lemari pendingin, alat sterilisasi tanah (drum), kompor gas, tabung gas 3 kg, *Hot plate*, Labu *Erlenmeyer*, gelas ukur, *Magnetic Stirrer*, timbangan analitik, aluminium foil, *wrapper*, kamera, *cutter*, *scalpel*, kotak dari karton, mikrotom putar, bunsen, *Object glass*, *cover glass*, *thermostat*, *micrometer square*, *micrometer okuler*, *micrometer obyektif*, mikroskop, *thermohygrometer*, tabung reaksi, *polybag* dan kamera.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF). Faktor I berupa empat kultivar ubi jalar dan faktor II berupa patogen *S. batatas* Saw.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2015 sampai Februari 2016. Penelitian dilakukan di *green house*, Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, serta Laboratorium Mikologi dan Fitopatologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Puwokerto,

Parameter yang diamati yaitu tebal kutikula, epidermis, mesofil, ukuran (panjang dan lebar) stomata, serta kerapatan stomata, trikomata pada daun, dan intensitas penyakit kudis daun.

Pembuatan Media Instan PDA (*Potato Dextrose Agar*) menurut Hadjioetomo (1993). Media PDA dibuat dengan cara akuades sebanyak 1000 ml dan PDA sebanyak 39,5 g dihomogenkan dengan menggunakan *hot plate*, dan *magnetic stirrer* pada suhu 100°C selama 15 menit. Setelah itu, campurkan dengan *Chloramphenicol* sebanyak 1000 mg. Setelah homogen, media disimpan pada labu *erlenmeyer* yang ditutup dengan kapas dan *wrapper* secara aseptis.

Inokulasi *S. batatas* Saw pada ubi jalar menurut Adnan (2009). Suspensi dibuat menggunakan hasil peremajaan isolat jamur *S. batatas* Saw pada media miring yang berumur 21 hari setelah inkubasi kemudian ditambahkan 10 ml akuades steril. Dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10^6 . Inokulasi jamur *S. batatas* Saw dilakukan 2 kali yaitu saat tanaman ubi jalar berumur 2 minggu setelah tanam (fase vegetatif) dan berumur 6 minggu setelah tanam (fase generatif) pada pagi hari dan dibersihkan dari berbagai organisme pengganggu tanaman (OPT) yang mengganggu pertumbuhan tanaman ubi jalar. Setiap tanaman diinokulasi suspensi jamur *S. batatas* Saw sebanyak 10 ml. Inokulasi dilakukan dengan cara disemprotkan pada permukaan daun bagian atas dan bawah.

Pengamatan gejala penyakit kudis daun pada tanaman ubi jalar menurut Chrystomo *et al.* (2013). Pengamatan utama dilakukan pada daun ubi jalar yang menunjukkan gejala kudis daun dan pengamatan tambahan dilakukan dengan mengukur suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban udara *Green house* yang diukur sebanyak 3 kali dalam 1 hari,

yaitu pada pukul 06.00 pagi, 12.00 siang dan 17.00 sore, dengan menggunakan alat pengukur *termohygrometer*. Pengamatan pada fase vegetatif dimulai pada 1 hari setelah inokulasi sampai dengan 21 hari setelah inokulasi. Sedangkan pengamatan pada fase generatif dimulai pada 1 hari setelah inokulasi yaitu pada tanaman berumur 42 hari setelah tanam (6 minggu) sampai tanaman berumur 70 hari setelah tanam (10 minggu).

Pembuatan preparat segar menurut Khoiroh *et al.* (2014)

- Kutek transparan dioleskan pada bagian permukaan atas dan bawah daun.
- Setelah kutek kering, kemudian diambil secara hati-hati hasil cetakan tersebut agar tidak rusak.
- Hasil cetakan diletakkan di atas *object glass*, kemudian tetesi air dan tutup dengan *cover glass*, dilanjutkan dengan pemberian label.
 - Preparat segar diamati dengan mikroskop.
 - Pembuatan preparat awetan dengan menggunakan metode *embedding* menurut Sass (1951) yang dimodifikasi
 - Daun ubi jalar dipotong ± 1 cm menggunakan silet.
 - Fiksasi
 - Irisan daun dimasukkan ke dalam botol yang berisi larutan fiksatif FAA (formalin 40% : alkohol 70% : asam asetat glasial = 0,5 : 9 : 0,5) selama 1x24 jam.
 - Pencucian
 - Larutan fiksatif di buang, kemudian irisan daun dicuci menggunakan alkohol 70%.
 - Pewarnaan
 - Irisan daun dimasukkan ke dalam pewarna safranin 1% selama 3 jam. Pewarna yang digunakan adalah safranin 1% dalam alkohol 70%.
 - Dehidrasi
 - Setelah pewarnaan, dilakukan pencucian dengan alkohol 70% dan dilanjutkan proses dehidrasi dengan memindahkan irisan daun ke alkohol bertingkat (70%–80%–96%–alkohol absolut) masing-masing dilakukan selama 30 menit.
 - Dealkoholisasi
 - Irisan daun dimasukkan kedalam larutan Alkohol absolut : xilol = 3 : 1 selama 30 menit, Alkohol absolut : xilol = 1 : 1 selama 30 menit, Alkohol absolut : xilol = 1 : 3 selama 30 menit, xilol I selama 30 menit.
 - Infiltrasi
 - Irisan daun dimasukkan kedalam larutan xilol : parafin (1 : 9) selama 24 jam. Tahap infiltrasi ini dilakukan dalam oven dengan suhu 60 °C. Selanjutnya diganti dengan menggunakan parafin murni selama 1 jam untuk pembuatan blok.
 - Pembuatan blok
 - Parafin murni dituang kedalam cetakan berbentuk kotak berukuran $\pm 1,5$ cm, sebelum menuang parafin cetakan diberi label dan diolesi gliserin, kemudian irisan daun dimasukkan hingga terendam dalam parafin (diatur letaknya), didiamkan hingga membeku. Irisan daun yang telah diselubungi parafin kemudian dibuat potongan memanjang dan ditempelkan pada *holder* untuk selanjutnya masuk ketahap pengirisan.
 - Pengirisan
 - Blok yang berisi irisan daun yang telah ditempel pada *holder*, kemudian diiris dengan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 10 μ m. Setelah terbentuk pita parafin, pita parafin dipilih yang bagus untuk ditempel pada *object glass*.
 - Perekatan

- u. *Object glass* diolesi gliserin albumin, kemudian diratakan lalu ditetesi dengan air. Selanjutnya potongan pita parafin diletakkan di atasnya dan diberi label, diletakkan *object glass* tersebut di atas kotak pemanas sampai kering.
- v. Deparafinisasi
- w. *Object glass* berisi irisan daun direndam dalam larutan xilol pada *staining jar* sampai sisa parafin hilang dan preparat jernih.
- x. Penutupan
- y. Preparat daun yang berada di atas *object glass* ditetesi entelan sampai merata, selanjutnya ditutup dengan *cover glass* dan sampel siap di amati.
- z. Pemberian label
Preparat daun diberi keterangan atau identitas meliputi arah potongan melintang atau membujur, nama organ atau jaringan, dan nama spesies.
- Pengukuran tebal kutikula, epidermis dan mesofil menurut Sulistyarningsih *et al.* (1994).
- Preparat daun diletakan di atas meja benda mikroskop.
 - Dicari bayangan preparat sampai fokus pada perbesaran 400x.
 - Setelah terlihat jelas, dilakukan pengukuran tebal kutikula, epidermis dan mesofil menggunakan micrometer okuler.
 - Hasil pengukuran dikalikan dengan hasil kalibrasi untuk mengetahui ukuran yang sebenarnya. Pengukuran dilakukan pada 5 sediaan preparat daun sebagai ulangan.
 - Pengukuran panjang dan lebar stomata daun menurut Sulistyarningsih *et al.* (1994).
 - Preparat segar diletakan di atas meja benda mikroskop.
 - Dicari bayangan preparat sampai fokus pada perbesaran 400x. Setelah terlihat jelas, dilakukan pengukuran panjang dan lebar stomata menggunakan micrometer okuler.
 - Hasil pengukuran dikalikan dengan hasil kalibrasi untuk mengetahui ukuran yang sebenarnya. Pengukuran dilakukan pada 5 sediaan preparat daun sebagai ulangan.
- Perhitungan kerapatan stomata dan trikوماتa daun per mm² menurut Sulistyarningsih *et al.* (1994).
- Preparat segar diletakan di atas meja benda mikroskop.
 - Dicari bayangan preparat sampai fokus pada perbesaran 400x.
 - Micrometer square* dipasang pada tabung okuler.
 - Jumlah stomata dan trikوماتa dihitung menggunakan *micrometer square* yaitu 1 mm². Perhitungan dilakukan pada 5 sediaan preparat daun sebagai ulangan. Kalibrasi menurut Sass (1951)
 - Micrometer okuler* dipasang pada lensa okuler, sedangkan *micrometer objektif* diletakkan pada meja preparat.
 - Bayangan *micrometer obyektif* dan *micrometer okuler* difokuskan dengan perbesaran 400x.
 - Kedua *micrometer* dihimptkan pada skala 0, kemudian dicari skala berikutnya yang berhimpitan.
 - Jumlah skala yang berhimpitan dihitung, sehingga dapat diketahui nilai 1 skala okuler.
 - Nilai skala okuler dapat diketahui dengan rumus berikut:

$$1 \text{ skala okuler} = \frac{\text{skala obyektif}}{\text{skala okuler}} \times 10 \mu\text{m}$$

Pengukuran intensitas penyakit pada tanaman menurut Zuraida *et al.* (1992). Intensitas penyakit pada tanaman dihitung dengan cara:

$$IP = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

- IP = Intensitas Penyakit
n = Jumlah sampel dari kategori serangan
v = Nilai kategori serangan
N = Jumlah sampel yang diamati
V = Nilai kategori serangan tertinggi

Data hasil pengamatan karakter anatomi dan intensitas penyakit daun ubi jalar yang tahan dan tidak tahan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada tingkat kesalahan 1% dan 5%, kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Jujur Terkecil (BNJ) dengan tingkat kesalahan 5%. Korelasi antara intensitas penyakit dengan karakter anatomi diketahui dengan analisis korelasi regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan struktur anatomi daun ubi jalar, pada kultivar Cangkuang dan Sுகuh (kultivar tahan) serta kultivar Cilembu dan Beta (kultivar tidak tahan) memiliki struktur anatomi yang sama, yaitu terdiri dari jaringan dermal atau epidermis, jaringan mesofil, dan jaringan pengangkut, sedangkan karakter anatominya berbeda. Epidermis terdapat pada permukaan adaksial dan permukaan abaxial. Pada lapisan dinding epidermis sebelah luar dilapisi kutikula. Derivat-derivat epidermis yang terdapat diantara sel-sel epidermis yaitu stomata dan trikوماتa. Disebelah dalam epidermis terdapat jaringan mesofil, yang terdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan spons. Jaringan berkas pengangkut terletak diantara jaringan spons.

Berdasarkan hasil pengukuran, kultivar Cangkuang dan Sுகuh merupakan kultivar yang tahan terhadap penyakit kudis daun. Kedua kultivar tersebut memiliki kutikula yang lebih tebal dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan, yaitu: Cilembu dan Beta. Pada fase vegetatif, kultivar Cangkuang yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kutikula tertebal pada permukaan atas daun sebesar 4,75 μm dan pada permukaan bawah daun sebesar 4 μm . Pada fase generatif, kultivar Cangkuang yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kutikula tertebal pada permukaan atas daun sebesar 5,25 μm dan permukaan bawah daun sebesar 4,25 μm .

Hasil analisis ragam menunjukkan masing-masing kultivar ubi jalar berpengaruh terhadap tebal kutikula. Berdasarkan Uji BNJ terhadap rata-rata tebal kutikula permukaan atas daun kultivar ubi jalar pada fase vegetatif maupun generatif menunjukkan kultivar yang tahan (Cangkuang dan Sுகuh) memiliki kutikula yang lebih tebal dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan (Cilembu dan Beta), dimana kultivar Cangkuang memiliki kutikula tertebal dibandingkan dengan ketiga kultivar lainnya (Tabel 1 dan 2).

Perbedaan tebal kutikula pada masing-masing kultivar ubi jalar karena masing-masing kultivar memiliki variasi tebal kutikula yang berbeda. Menurut Pantilu *et al.* (2012), setiap kultivar tanaman memiliki ketebalan kutikula yang berbeda. Kutikula yang tebal pada suatu tanaman memiliki ketahanan struktural

yang relatif lebih baik daripada tanaman yang memiliki kutikula tipis. Adanya kutikula daun yang lebih tebal pada daun ubi jalar yang tahan terhadap penyakit kudis daun, diduga dapat menghambat penetrasi atau infeksi suatu patogen ke dalam jaringan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fahn (1995) bahwa kutikula merupakan senyawa lemak yang terdapat di permukaan luar dinding sel epidermis pada daun. Komposisi kimia kutikula adalah kutin, selulosa, oligosakarida dan lilin. Senyawa kimia tersebut berperan untuk mengurangi laju transpirasi air dan mengurangi daya penetrasi suatu patogen melalui penempelan dan perkembangan spora pada permukaan daun.

Tabel 1. Uji BNJ pengukuran tebal kutikula permukaan atas daun kultivar ubi jalar pada fase vegetatif.

Kultivar	Rata-rata tebal kutikula (μm)
Beta	2,625 a
Cangkuang	4,15 c
Cilembu	2,8 a
Sukuh	3,45 b

Tabel 2. Uji BNJ pengukuran tebal kutikula permukaan atas daun kultivar ubi jalar pada fase generatif.

Kultivar	Rata-rata tebal kutikula (μm)
Beta	2,775 a
Cangkuang	4,25 c
Cilembu	2,9 a
Sukuh	3,5 b

Berdasarkan hasil pengukuran, kultivar Cangkuang dan Sukuh merupakan kultivar yang tahan terhadap penyakit kudis daun. Kedua kultivar tersebut memiliki epidermis yang lebih tebal dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan, yaitu: Cilembu dan Beta. Hasil pengukuran rata-rata tebal epidermis permukaan atas daun tertinggi pada fase vegetatif yaitu kultivar Sukuh tanpa diinokulasi *S. batatas* Saw sebesar 24 μm , sedangkan pada permukaan bawah daun rata-rata tebal epidermis tertinggi pada kultivar Cangkuang yang diinokulasi *S. batatas* Saw sebesar 24 μm . Pada fase generatif, rata-rata tebal epidermis tertinggi pada permukaan atas daun tertinggi pada kultivar Cangkuang tanpa diinokulasi *S. batatas* Saw yaitu sebesar 27 μm , sedangkan pada permukaan bawah daun rata-rata tebal epidermis tertinggi pada kultivar Cangkuang yang diinokulasi *S. batatas* Saw yaitu sebesar 26 μm .

Berdasarkan hasil analisis ragam, interaksi antara inokulasi *S. batatas* Saw dengan kultivar ubi jalar berpengaruh terhadap tebal epidermis permukaan atas daun pada fase generatif. Hasil uji BNJ antara interaksi perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw dengan kultivar pada tebal epidermis permukaan atas daun menunjukkan bahwa masing-masing kultivar memiliki respon yang berbeda terhadap inokulasi *S. batatas* Saw. Kultivar yang tahan (Cangkuang dan Sukuh) menunjukkan peningkatan tebal epidermis seiring dengan perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw. Kultivar Cilembu dan Beta yang merupakan kultivar tidak tahan tidak menunjukkan perbedaan tebal

epidermis pada perlakuan inokulasi maupun tidak diinokulasi *S. batatas* Saw (Tabel 3).

Tabel 3. Uji BNJ interaksi perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw. dengan kultivar pada tebal epidermis permukaan atas daun kultivar ubi jalar pada fase generatif.

Perlakuan	Kultivar	Rata-rata tebal epidermis (μm)
I0	Beta	23,3 c
I0	Cangkuang	26,7 b
I0	Cilembu	27,4 ab
I0	Sukuh	25,6 bc
I1	Beta	23,5 c
I1	Cangkuang	29,9 a
I1	Cilembu	28,1 ab
I1	Sukuh	29,6 a

Keterangan: I0 = kultivar ubi jalar tanpa diinokulasi *S. batatas* Saw
I1 = kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw

Perbedaan ketebalan epidermis diduga dipengaruhi respon adaptif dari lingkungan yang tidak menguntungkan, karena adanya inokulasi *S. batatas* Saw. Menurut Rai *et al.* (2000), epidermis daun akan mengalami penebalan sebagai akibat dari respon adaptasi dari lingkungan yang tidak menguntungkan akibat dari serangan hama dan penyakit. Menurut Giordani *et al.* (2013) setiap kultivar tanaman memiliki variasi ketebalan epidermis yang berbeda.

Berdasarkan hasil pengukuran, kultivar Cangkuang dan Sukuh yang merupakan kultivar yang tahan terhadap penyakit kudis daun memiliki mesofil yang lebih tebal dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan, yaitu: Cilembu dan Beta. Pada fase vegetatif, kultivar Cangkuang yang diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki mesofil tertebal yaitu 129 μm , sedangkan kultivar Beta yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki mesofil tertipis yaitu 89 μm . Pada fase generatif, rata-rata mesofil tertebal pada kultivar Cangkuang yang diinokulasi *S. batatas* Saw yaitu 136 μm , sedangkan kultivar Cilembu yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki mesofil tertipis yaitu 98 μm .

Hasil analisis ragam menunjukkan kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw dan yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw berpengaruh terhadap tebal mesofil. Berdasarkan Uji BNJ terhadap pengukuran tebal mesofil daun ubi jalar pada fase generatif yang diinokulasi *S. batatas* Saw dan yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw, kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki mesofil yang lebih tebal dibandingkan dengan kultivar ubi jalar yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw (Tabel 4).

Tabel 4. Uji BNJ pengukuran tebal mesofil daun ubi jalar kultivar yang diinokulasi *S. batatas* Saw. dan tidak diinokulasi *S. batatas* Saw. pada fase generatif.

Perlakuan	Rata-rata tebal mesofil (μm)
I0	127,05 a
I1	128,27 b

Keterangan: I0 = kultivar ubi jalar tanpa diinokulasi *S. batatas* Saw
I1 = kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw

Perbedaan tebal mesofil pada ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw sesuai dengan pernyataan Jeniria *et al.* (2015) bahwa jaringan mesofil yang terinfeksi suatu penyakit memiliki ukuran yang lebih besar dan menunjukkan bentuk sel mesofil yang tidak jelas. Menurut Huang *et al.* (1975) daun yang terinfeksi patogen mengalami pembelahan sel yang lebih cepat. Jaringan palisade akan mengalami perubahan ukuran dan deformasi. Selain itu, kandungan kloroplas akan menurun karena nutrisi yang terkandung dimanfaatkan oleh patogen. Biruliova *et al.* (2013) menyatakan bahwa jaringan mesofil akan mengalami perubahan bentuk histologis seperti hipertrofi dan hiperplasi apabila terserang suatu patogen. Hiperplasia merupakan perubahan bentuk lapisan palisade dari oval menjadi isodiametrik, sedangkan hipertrofi adalah sel-sel mengalami perubahan bentuk menjadi lebih besar.

Berdasarkan hasil pengukuran, kultivar Cilembu dan Beta merupakan kultivar yang tidak tahan terhadap penyakit kudis daun. Kedua kultivar tersebut memiliki ukuran stomata lebih besar dibandingkan dengan kultivar Cangkang dan Beta. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata panjang dan lebar stomata daun empat kultivar ubi jalar yang beragam. Pada fase vegetatif, kultivar Cilembu yang tidak inokulasi *S. batatas* Saw pada permukaan atas daun memiliki stomata terpanjang yaitu 28 μm , kultivar Cilembu yang inokulasi *S. batatas* Saw memiliki stomata terlebar yaitu 4,45 μm pada permukaan atas daun. Hasil pengukuran rata-rata panjang dan lebar stomata pada fase generatif menunjukkan bahwa kultivar Beta yang inokulasi *S. batatas* Saw memiliki stomata terpanjang pada permukaan bawah daun yaitu 29 μm , sedangkan kultivar Beta yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki stomata terlebar pada permukaan atas daun yaitu 4,45 μm .

Tabel 5. Uji BNJ pengukuran panjang stomata permukaan atas daun ubi jalar kultivar yang diinokulasi *S. batatas* Saw dan tidak diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase vegetatif.

Perlakuan	Rata-rata panjang stomata (μm)
I0	23,875 a
I1	27,125 b

Tabel 6. Uji BNJ pengukuran lebar stomata permukaan atas daun Ubi Jalar kultivar yang diinokulasi *S. batatas* Saw dan tidak diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase generatif.

Perlakuan	Rata-rata lebar stomata (μm)
I0	2,25 a
I1	4,875 b

Keterangan: I0 = kultivar ubi jalar tanpa diinokulasi *S. batatas* Saw
I1 = kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw

Hasil analisis ragam menunjukkan inokulasi *S. batatas* Saw pada kultivar ubi jalar berpengaruh terhadap ukuran stomata. Berdasarkan Uji BNJ terhadap pengukuran panjang dan lebar stomata permukaan atas daun ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw dan yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase vegetatif dan fase generatif menunjukkan

rataan stomata terpanjang pada kultivar yang diinokulasi *S. batatas* Saw, sedangkan pada kultivar ubi jalar yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki rata-rata stomata lebih pendek (Tabel 5). Hasil pengukuran lebar stomata daun yang diinokulasi *S. batatas* Saw menunjukkan stomata lebih lebar apabila dibandingkan dengan kultivar yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw (Tabel 6).

Perbedaan ukuran stomata yang diinokulasi *S. batatas* Saw diduga adanya proses penetrasi dan infeksi dari *S. batatas* Saw. Stomata akan memperkecil ukurannya sebagai respon adaptif agar penetrasi *S. batatas* Saw terhambat. Apabila hal ini terjadi secara terus menerus akan melakukan adaptasi dengan cara mengurangi ukuran stomata sebagai akibat dari respon adaptif dari lingkungan yang tidak menguntungkan (Lestari, 2006). Selain itu, ukuran stomata dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan ketersediaan air. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan suhu udara naik dan ketersediaan air menurun sehingga tekanan turgor dalam stomata menurun dan menyebabkan stomata menutup (Lakitan, 1996).

Berdasarkan hasil perhitungan, kultivar Cilembu dan Beta yang merupakan kultivar tidak tahan terhadap penyakit kudis daun. Kedua kultivar tersebut memiliki kerapatan stomata tertinggi pada permukaan bawah daun di fase vegetatif dan generatif. Kultivar Cilembu yang diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kerapatan stomata 12 per mm^2 dan kultivar Beta yang diinokulasi maupaun yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kerapatan stomata 11 per mm^2 . Pada fase generatif, rata-rata kerapatan stomata tertinggi pada permukaan bawah daun yaitu kultivar Cilembu yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw dengan kerapatan stomata 12 per mm^2 .

Berdasarkan Uji BNJ antara interaksi perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw dengan kultivar ubi jalar pada kerapatan stomata permukaan bawah daun fase vegetatif maupun generatif, menunjukkan bahwa masing-masing kultivar tidak memiliki respon terhadap perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw. Kultivar Cilembu dan Beta yang merupakan kultivar tidak tahan memiliki kerapatan stomata lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar yang tahan, yaitu Cangkang dan Suku (Tabel 7 dan 8).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw secara umum memiliki rata-rata kerapatan stomata lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Haryanti (2010) yang menyatakan bahwa hasil analisis tanaman *Zephyranthes rosea* menunjukkan bahwa perlakuan patogen memberikan respon atau pengaruh nyata (signifikan) terhadap jumlah stomata permukaan atas dan permukaan bawahnya. Selain itu, jumlah stomata dapat dijadikan indikator ketahanan tanaman terhadap suatu penyakit, semakin banyak jumlah stomata pada daun maka penetrasi dan infeksi patogen ke jaringan daun akan semakin tinggi (Cook,

1990). Jumlah dan kerapatan stomata antar kultivar dapat mengalami perubahan karena adaptasi lingkungan tempat tumbuhnya. Menurut Mulyana (2006), kerapatan stomata menurun seiring bertambahnya intensitas cahaya. Jumlah stomata dipengaruhi oleh intensitas cahaya, ketersediaan air, dan suhu (Kimball, 2006).

Tabel 7. Uji BNJ interaksi perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw dengan kultivar pada kerapatan stomata permukaan bawah daun ubi jalar pada fase vegetatif.

Perlakuan	Kultivar	Rata-rata kerapatan stomata/ mm ²
I0	Beta	6,6 b
I0	Cangkuang	5,4 a
I0	Cilembu	7,4 bc
I0	Sukuh	4,8 ab
I1	Beta	7,0 b
I1	Cangkuang	5,9 a
I1	Cilembu	8,6 c
I1	Sukuh	5,2 ab

Tabel 8. Uji BNJ interaksi perlakuan inokulasi *S. batatas* Saw dengan kultivar pada kerapatan stomata permukaan bawah daun ubi jalar pada fase generatif.

Perlakuan	Kultivar	Rata-rata kerapatan stomata/ mm ²
I0	Beta	7,9 b
I0	Cangkuang	5,7 a
I0	Cilembu	8,2 bc
I0	Sukuh	6,1 ab
I1	Beta	7,7 b
I1	Cangkuang	6,4 a
I1	Cilembu	8,6 bc
I1	Sukuh	5,5 ab

Keterangan: I0 = kultivar ubi jalar tanpa diinokulasi *S. batatas* Saw
I1 = kultivar ubi jalar yang diinokulasi *S. batatas* Saw

Berdasarkan hasil perhitungan, kultivar Cangkuang dan Sukuh yang merupakan kultivar tahan terhadap penyakit kudis daun memiliki kerapatan trikوماتa tertinggi. Pada fase vegetatif, kultivar Cangkuang yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw dan kultivar Sukuh yang diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kerapatan trikوماتa tertinggi pada permukaan atas daun, yaitu 3 per mm². Pada fase generatif, rataan kerapatan trikوماتa tertinggi kultivar Cangkuang yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw dan kultivar Sukuh yang diinokulasi *S. batatas* Saw pada permukaan atas daun, yaitu 3 per mm², sedangkan pada permukaan bawah daun rataan kerapatan trikوماتa tertinggi pada kultivar Cangkuang yang tidak diinokulasi diinokulasi *S. batatas* Saw dan kultivar Sukuh yang diinokulasi *S. batatas* Saw, yaitu 3 per mm².

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada masing-masing kultivar daun ubi jalar berpengaruh terhadap kerapatan trikوماتa. Uji BNJ kerapatan trikوماتa permukaan bawah daun kultivar ubi jalar pada fase vegetatif menunjukkan kultivar Cangkuang dan Sukuh yang merupakan kultivar tahan memiliki kerapatan trikوماتa yang lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan, yaitu Cilembu dan Beta (Tabel 9).

Tabel 9. Uji BNJ kerapatan trikوماتa permukaan bawah daun kultivar ubi jalar pada fase vegetatif.

Kultivar	Rata-rata jumlah trikوماتa/mm ²
Beta	1,360632 c
Cangkuang	1,661375 a
Cilembu	1,402942 b
Sukuh	1,596767 ab

Perbedaan kerapatan trikوماتa diduga karena pada masing-masing kultivar ubi jalar memiliki kerapatan trikوماتa yang bervariasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dahlin *et al.* (1992) bahwa trikوماتa dipengaruhi oleh faktor genetik dimana masing-masing kultivar memiliki kerapatan yang tidak sama. Selain itu, Baswarsati (1994) menyatakan bahwa intensitas serangan patogen pada beberapa varietas tanaman unggul semakin rendah dengan banyaknya trikوماتa.

Berdasarkan hasil perhitungan, kultivar Cilembu dan Beta yang merupakan kultivar tidak tahan terhadap penyakit kudis daun memiliki intensitas penyakit lebih besar dibandingkan dengan kultivar Cangkuang dan Beta. Hasil perhitungan rataan intensitas penyakit tertinggi pada fase vegetatif adalah kultivar Cilembu yang diinokulasi *S. batatas* Saw, yaitu 11,3%, sedangkan intensitas penyakit terendah pada kultivar Sukuh yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw sebesar 3,12 %. Pada fase generatif, Hasil perhitungan rataan intensitas penyakit tertinggi pada kultivar Beta yang diinokulasi *S. batatas* Saw, yaitu 23,5%, sedangkan pada kultivar Cangkuang yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki intensitas penyakit terendah yaitu 11,4%.

Tabel 10. Uji BNJ pengukuran intensitas penyakit kudis daun pada ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan pada fase vegetatif.

Kultivar	Rata-rata intensitas Penyakit (%)
Beta	7,59 b
Cangkuang	4,272 a
Cilembu	8,09 b
Sukuh	4,043 a

Tabel 11. Uji BNJ pengukuran intensitas penyakit kudis daun pada ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan pada fase generatif.

Kultivar	Rata-rata intensitas Penyakit (%)
Beta	19,515 b
Cangkuang	12,858 a
Cilembu	20,481 b
Sukuh	13,265 a

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa masing-masing kultivar ubi jalar berpengaruh terhadap intensitas penyakit kudis pada fase vegetatif maupun fase generatif. Berdasarkan uji BNJ pada fase vegetatif menunjukkan kultivar Cangkuang dan Sukuh yang merupakan kultivar tahan memiliki intensitas penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan, yaitu Cilembu dan Beta (Tabel 10). Pada fase generatif, hasil uji BNJ menunjukkan kultivar Cangkuang dan Sukuh yang

merupakan kultivar tahan memiliki intensitas penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kultivar yang tidak tahan, yaitu Cilembu dan Beta (Tabel 11).

Perbedaan morfologi daun antar kultivar ubi jalar diduga menjadi salah satu faktor ketahanan terhadap suatu penyakit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suhartina (2005), bahwa tanaman ubi jalar yang agak tahan terhadap penyakit memiliki struktur daun lebih kaku dan berwarna lebih terang apabila dibandingkan dengan kultivar ubi jalar yang tidak tahan terhadap suatu penyakit, dimana memiliki karakter morfologi daun lebih lemas dan berwarna lebih gelap. Selain itu, perbedaan intensitas penyakit diduga pada masing-masing kultivar ubi jalar dipengaruhi kemampuan spora dari *S. batatas* Saw yang mampu melakukan penetrasi ke dalam jaringan, karena faktor lingkungan seperti kelembaban pada lokasi penelitian yang relatif tinggi, yaitu 70–86,5%. kelembaban yang relatif tinggi menyebabkan *S. babatas* Saw mampu melakukan penetrasi, infeksi dan deformasi pada jaringan. Berdasarkan hasil penelitian Saragi (2008) yakni penetrasi suatu patogen dipengaruhi oleh kelembaban. Semakin tinggi kelembaban maka akan semakin cepat penetrasi suatu patogen ke jaringan inangnya.

Hasil analisis korelasi tebal kutikula dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase vegetatif menunjukkan bahwa intensitas penyakit kudis daun sebesar 71,03% dipengaruhi oleh ketebalan kutikula pada permukaan bawah daun kultivar Sுகuh (Tabel 1.12). Hal ini sesuai dengan pernyataan Cutler (1969) bahwa kutikula pada permukaan atas maupun bawah daun dapat berfungsi sebagai parameter ketahanan struktural, karena lapisan ini bersifat membatasi ruang interseluler sehingga menghambat penetrasi suatu patogen. Suatu tanaman yang memiliki kutikula tebal dapat bertahan dari infeksi hama dan penyakit kudis (Juanda & Cahyono, 2009).

Hasil analisis korelasi tebal epidermis dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase vegetatif menunjukkan bahwa intensitas penyakit kudis daun sebesar 54,7% dipengaruhi oleh ketebalan epidermis permukaan bawah daun pada kultivar Cangkung (Tabel 12). Hal ini sesuai dengan pernyataan Baswarsati (1994) bahwa selain trikوماتa, epidermis juga dapat dijadikan indikator ketahanan struktural terhadap suatu penyakit. Pada tanaman yang tahan terhadap suatu penyakit rata-rata memiliki lapisan epidermis yang lebih tebal dibandingkan dengan tanaman yang rentan.

Hasil analisis korelasi tebal mesofil dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase vegetatif menunjukkan bahwa intensitas penyakit kudis daun sebesar 0,69% dipengaruhi oleh ketebalan mesofil pada kultivar Sுகuh (Tabel 13). Apabila nilai korelasi < 50% dapat dikatakan tidak ada korelasi antara tebal mesofil dengan intensitas penyakit kudis daun. Hal ini sesuai dengan pernyataan jeniria *et al.* (2015) bahwa jaringan mesofil tidak dapat dijadikan karakter

ketahanan struktural, melainkan jaringan ini berperan dalam fotosintesis. Pada jaringan mesofil, terdapat jaringan palisade dan jaringan spon. Pada jaringan ini terdapat kloroplas yang berkaitan dengan efisiensi fotosintesis.

Tabel 12. Korelasi tebal kutikula dan epidermis daun ubi jalar Ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase vegetatif.

No.	Kultivar	Tebal kutikula (%)		Tebal epidermis (%)	
		A	B	A	B
1	Cangkung	1,53	6,11	14,31	54,70
2	Sுகuh	4,26	71,03	44,22	18,33
3	Cilembu	1,27	6,87	35,39	14,70
4	Beta	3,79	30,67	40,67	36,78

Keterangan: A = permukaan atas daun, B = permukaan bawah daun, Nilai korelasi <50% = tidak berkorelasi, Nilai korelasi > 50% = berkorelasi

Tabel 13. Korelasi tebal mesofil dan ukuran (panjang dan lebar) stomata daun ubi jalar Ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase vegetatif.

No	Kultivar	Tebal mesofil (%)	Panjang stomata (%)		Lebar stomata (%)	
			A	B	A	B
1	Cangkung	0,405	2,98	0,41	21,73	1,68
2	Sுகuh	0,69	2,18	7,44	30,69	0,45
3	Cilembu	0,43	4,12	1,56	34,87	5,76
4	Beta	0,34	5,08	9,70	26,87	4,56

Keterangan: A = Permukaan atas daun, B = Permukaan bawah daun Nilai korelasi < 50% = tidak berkorelasi, Nilai korelasi > 50% = berkorelasi

Tabel 14. Korelasi tebal mesofil dan ukuran (panjang dan lebar) stomata daun ubi jalar Ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase generatif.

No.	Kultivar	Tebal mesofil (%)	Panjang stomata (%)		Lebar stomata (%)	
			A	B	A	B
1	Cangkung	0,13	47,9	40,3	43,09	3,12
2	Sுகuh	0,35	41,2	43,1	44,90	3,10
3	Cilembu	0,54	45,3	3,47	57,94	0,64
4	Beta	0,23	85,1	44,9	32,38	7,64

Keterangan: A = permukaan atas daun, B = permukaan bawah daun, Nilai korelasi < 50% = tidak berkorelasi, Nilai korelasi > 50% = berkorelasi

Hasil analisis korelasi ukuran (panjang dan lebar) stomata dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase generatif menunjukkan bahwa intensitas penyakit kudis daun sebesar 85,10% dipengaruhi oleh panjang stomata permukaan atas daun pada kultivar Beta (Tabel 14). Intensitas penyakit kudis daun sebesar 57,94% dipengaruhi oleh lebar stomata permukaan atas daun pada kultivar Cilembu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kole (1996) bahwa ukuran stomata yang berbeda dapat mempengaruhi penetrasi suatu patogen kedalam jaringan inangnya. Ukuran stomata yang kecil memiliki peranan penting dalam menghambat infeksi patogen ke jaringan tanaman.

Hasil analisis korelasi kerapatan stomata dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase generatif menunjukkan bahwa intensitas penyakit kudis daun sebesar 62,97% dipengaruhi oleh kerapatan stomata permukaan bawah daun pada kultivar Beta (Tabel 15). Hal ini sesuai dengan pernyataan Fahn (1991) bahwa kerapatan stomata dapat dijadikan indikator ketahanan struktural terhadap suatu patogen. Menurut Baswarsati (1994) menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan stomata pada daun maka semakin rentan terhadap penetrasi atau infeksi suatu patogen, karena patogen dapat melakukan penetrasi melalui lubang alami, salah satunya yaitu stomata.

Tabel 15. Korelasi kerapatan stomata dan trikوماتa daun ubi jalar Ubi jalar kultivar yang tahan dan tidak tahan dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase generatif.

No.	Kultivar	Kerapatan stomata (%)		Kerapatan trikوماتa (%)	
		A	B	A	B
1	Cangukang	22,13	49,12	49,34	7,12
2	Sukuh	23,98	40,12	23,89	6,54
3	Cilembu	12,09	34,90	12,78	5,78
4	Beta	25,71	62,97	74,19	10,11

Keterangan: A = Permukaan atas daun, B = Permukaan bawah daun
Nilai korelasi < 50% = tidak berkorelasi, Nilai korelasi > 50% = berkorelasi

Hasil analisis korelasi kerapatan trikوماتa dengan intensitas penyakit kudis daun pada fase generatif menunjukkan bahwa intensitas penyakit kudis daun sebesar 74,19% dipengaruhi oleh kerapatan trikوماتa permukaan atas daun pada kultivar Beta (Tabel 15). Baswarsati (1994) menyatakan bahwa intensitas serangan patogen pada beberapa varietas tanaman unggul semakin rendah dengan banyaknya trikوماتa. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kole (1996) bahwa kerapatan trikوماتa dapat dijadikan sebagai indikator ketahanan suatu tanaman, semakin banyak trikوماتa maka semakin tahan suatu tanaman terhadap suatu penyakit, karena trikوماتa beberapa tanaman dapat mengeluarkan sekret yang dapat menghambat penetrasi suatu patogen.

KESIMPULAN

Kultivar Cangukang yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase generatif memiliki kutikula dan epidermis tertebal. Selain itu, kultivar Cangukang yang diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase generatif memiliki mesofil tertebal. kultivar Beta yang diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase generatif memiliki stomata terpanjang, sedangkan kultivar Beta yang tidak diinokulasi *S. batatas* Saw pada fase generatif memiliki stomata terlebar. Kultivar Cilembu yang diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kerapatan stomata tetinggi pada fase vegetatif maupun generatif. Kultivar Sukuh yang diinokulasi *S. batatas* Saw memiliki kerapatan trikوماتa tertinggi pada fase generatif. Karakter anatomi daun ubi jalar meliputi tebal kutikula, epidermis, ukuran stomata (panjang dan lebar, serta kerapatan stomata dan trikوماتa berkorelasi dengan intensitas penyakit kudis daun.

DAFTAR REFERENSI

- Adnan AN. 2009. Ilmu Penyakit Tanaman Dasar. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Tanaman Pangan. Papua: Badan Pusat Statistik Papua.
- Baswarsati. 1994. Penilaian Stomata dan Bulu Daun Sebagai Penciri Ketahanan Beberapa Klon Tanaman Anggur Terhadap *Plasmopora viticola*. Journal of leaf anatomy. 5(1):29-35
- Chrystomo LY, Maklon W, Aditya KK. 2013. Pengaruh Penyemprotan Inhibitor Sintetik Maleic Hydrazide Terhadap Daya Simpan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*, L.). Biology Species. 6(2):8-14.
- Cook M. 1990. Peanut Leaf Wettability and Susceptibility to Infection by *Puccinia arachidis*. Journal Phytopathology. 70(1):826-830.
- Cutler EG. 1969. Plant Anatomy, Part 1. New York: Edward Arnold Publisher.
- Ali I, Abbas SQ, Hameed M, Naz N, Zafar S, Kanwal S. 1991. Leaf Anatomical Adaptations in Some Exotic Species of *Eucalyptus* L'Her. (Myrtaceae). Pakistan Journal of Botany. 41(6):2717-2727.
- Giordani E, Padula G, Radice S. 2013. Compared Anatomy of Young Leaves of *Prunus persica* (L.) Batsch with Different Degrees of Susceptibility to *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. Journal of Phytopathology. 161(1):190-196.
- Hadioetomo RS. 1993. Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium Mikrobiologi. Jakarta: Gramedia.
- Haryanti S. 2010. Pengaruh Naungan yang Berbeda terhadap Jumlah Stomata dan Ukuran Porus Stomata Daun *Zephyranthes Rosea* Lindl. Buletin Anatomi dan Fisiologi. 58(1):41-48.
- Jeniria S, Ivanka BS, Neshka G 2015. Anatomical Changes in Peach Leaves Infected by *Taphrina deformans* (Berk.). Botany and Agricultural. 5(1):101-106.
- Juanda D, Cahyono B. 2009. Budidaya dan Analisis Ubi Jalar Usaha Tani. Yogyakarta: Kanisius.
- Khoiroh Y, Harijati N, Retno M. 2014. Pertumbuhan serta Hubungan Kerapatan Stomata dan Berat Umbi pada *Amorphophallus muelleri* Blume. Dan *Amorphophallus variabilis* Blume. Jurnal Biotropika. 2 (5):249-253.
- Kimball J. 2006. Gas Exchanges in Plants. USA: Academic Press.
- Kole C. 1996. Molecular Mapping of a Locus Controlling Resistens to *Albuga candida* in *Brassica rapa*. Phytopatology. 86(1):367-369.
- Lakitan B. 1996. Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. Jakarta: Rajawali Press.
- Lestari LG. 2006. Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada tanaman padi. Jurnal Biodiversitas. 7 (1):44-48.
- Listiyowati S. 1998. Analisis keragaman sejumlah isolat penyebab penyakit kudis daun (*Sphaceloma batatas* Saw.) pada ubi jalar dari beberapa daerah di Jawa Barat. [tesis]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Logo CA. 2011. Peranan wanita suku Dani dalam mempertahankan kelangsungan ubi jalar sebagai makanan pokok di Kabupaten Jayawijaya, Irian Jaya. Jurnal Balittan Malang. 3(1):353-360.
- Martanto EK. 2010. Potensi *Euphorbia heterophylla* L. sebagai inang alternatif penyakit kudis daun pada ubi jalar. Jurnal Tropika. 10(2):172-177.
- Mulyana N. 2006. Adaptasi morfologi, anatomi, dan fisiologi tanaman kedelai (*Glycine max* L.) pada kondisi cekaman naungan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pantilu LL, Mantrir FR, Ai NS, Pdaniangan D. 2012. Respon morfologi dan anatomi kacang kedelai (*Glycine max* L.) terhadap intensitas cahaya yang berbeda. Jurnal Bioslogos. 2(2):79-87.
- Rahmiana EA, Tyasmoro SY, Suminarti NE. 2015. Pengaruh pengurangan panjang sulur dan frekuensi pembalikan batang pada pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar (*Ipomoea Batatas* L.). Jurnal Produksi Tanaman. 3(2):125-134.
- Rai B, Jha M, Roy S, Ojha KL. 2000. Studies on leaf anatomical structures in relation to *Turcicum* leaf blight disease of maize. Journal of Applied. 10(2):166-168.
- Saragi SM. 2008. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap penyakit pada beberapa varietas tanaman jagung (*Zea mays*) di lapangan [skripsi]. Universitas Sumatera Utara.

- Sass JE. 1951. Botanical Microtechnique. Iowa: The Iowa State College Press.
- Semangun SS. 2001. A colour atlas of plant structure. London: Manson Publishing Ltd.
- Suhartina. 2005. Deskripsi Varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi.
- Sulistyaningsih YC, Akmal H. 1994. Studi anatomi daun *Saccharum* spp. sebagai induk pada pemuliaan tebu. Jurnal Hayati. 1(2):32-35.
- Biruliova E, Prosiannykova I, Fedotova A. 2013. The rust fungus *Uromyces geranii* L. localization and impact on anatomy of the host plant *Geranium sanguineum* L. Journal Modern Phytomorphology. 4(1):109-113.
- Villareal L, Griggs G. 1982. Sweet potato processing and by-product utilization in the tropics sweet potato. AVRDC, Shanhua, Tainan, Taiwan, China. Sweet Potato of The First International. 22(1):373-384.
- Wargiono J. 1981. Effect of NK fertilizer on the yield of daya sweet potato variety. Bogor: Food Crops Bogor.
- Zuraida NA, Bari CA, Watimena M, Amir M, Soenaryo R. 1992. Pengaruh penanaman klon ubi jalar tahan dan tidak tahan terhadap penyakit kudis dan hasil pertanian. Bogor: Lembaga Penelitian Pertanian Bogor.