Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

BERITA BIOLOGI

Vol. 19 No. 3A Desember 2020

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Penguatan Riset dan
Pengembangan, Kemenristekdikti RI
No. 21/E/KPT/2018

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
(Kimia Bahan Alam, Pusat Penelitian Kimia - LIPI)

Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
(Sistematika Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Gono Semiadi
(Mammalogi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Atit Kanti
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Siti Sundari
(Ekologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Arif Nurkanto
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kartika Dewi
(Taksonomi Nematoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dwi Setyo Rini
(Biologi Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Liana Astuti

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Budiarjo

Alamat (*Address*)

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan: Pertumbuhan *Oedogonium* sp. pada perlakuan cahaya yang berbeda. *Oedogonium* sp. Pada kultur Outdoor tampak lebih padat daripada kultur indoor, sesuai dengan halaman 309
(Notes of cover picture): (Growth of *Oedogonium* sp. at different light treatments. *Oedogonium* sp in outdoor culture appeared denser than in indoor culture, as in page 309)

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

P-ISSN 0126-1754

E-ISSN 2337-8751

Terakreditasi Peringkat 2

21/E/KPT/2018

Volume 19 Nomor 3A, Desember 2020

Berita Biologi	Vol. 19	No. 3A	Hlm. 231 – 359	Bogor, Desember 2020	ISSN 0126-1754
----------------	---------	--------	----------------	----------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
19(3A) – Desember 2020

Dra. Djamhuriyah S. Said M.Si.
(Ekologi dan Evolusi (Konservasi dan Pengelolaan Lingkungan)
Biologi Konservasi, Pusat Penelitian Limnologi- LIPI)

Gratiana E. Wijayanti, M.Rep.,Sc., Ph.D
(Perkembangan dan Reproduksi Hewan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman)

Prof. Dr. Suradi Wijaya Saputra, MS.
(Biologi Perikanan/Dinamika Populasi/Manajemen SDY Perikanan, FPIK
Universitas Diponegoro)

Dr. Adi Santoso
(Bioteknologi, Pusat Penelitian Bioteknologi - LIPI)

Kartika Dyah Palupi S. Farm.
(Fitokimia, Pusat Penelitian Kimia-LIPI)

Dr. Sc. Agr. Agung Karuniawan, Ir., Msc. Agr.
(Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran)

Dr. Henti Hendalastuti Rachmat
(Genetika, Silvikultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Hani Susanti M.Si.
(Bioteknologi, Pusat Penelitian Bioteknologi - LIPI)

Dr. Diah Radini Noerdjito
(Mikrobiologi Laut, Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI)

Ade Lia Putri, M.Si.
(Mikrobiologi/Aktinomisetes, Pusat Penelitian Biologi- LIPI)

Dr. Dra. Shanti Ratnakomala, M.Si.
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Zuliyati Rohmah, S.Si., M.Si., Ph.D.
(Struktur perkembangan hewan invertebrata dan vertebrata, Fakultas Biologi,
Universitas Gadjah Mada)

Dr. Nani Maryani
(Mikologi/ Plant Pathology, Pendidikan Biologi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Muhammad Ilyas, M.Si.
(Mikologi, Pusat Penelitian Biologi- LIPI)

Dr. Roni Ridwan
(Bioteknologi Hewan-Nutrisi Ternak, Pusat Penelitian Bioteknologi- LIPI)

Deden Girmansyah, M.Si
(Taksonomi Tumbuhan (Begoniaceae), Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

ANALISIS GAMBAR DIGITAL UNTUK SERANGAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM DI PISANG MENGGUNAKAN IMAGEJ

[Digital Image Analysis for Fusarium Wilt Severity in Banana by Using ImageJ]

Ahmad Zaelani^{*✉}, Wulan S. Kurniajati, Herlina, Diyah Martanti dan Fajarudin Ahmad

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor 16911
email: ahmadzaelani.zae@gmail.com/ahmad.zaelani@lipi.go.id

ABSTRACT

Fusarium wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* is the most dangerous disease in banana. Recently, development of new banana varieties has been the most effective ways to prevent this disease. To develop the resistant banana, Fusarium severity analysis is the important part in the process of Fusarium disease assessment to quantify the disease severity. The objective of this study was to develop digital image analysis method for Fusarium severity analysis by using software *ImageJ*. *Pisang Ambon* and *Pisang Cavendish* were used as plant material due to its susceptibility of the disease. Fusarium severity analysis performed as follows (i) Photographing of Fusarium-infected rhizom (ii) Digital image analysis by using *ImageJ* of the taken image. The analysis result was percentage area of Fusarium-infected rhizom, represented by necrosis and discoloration. The percentage of rhizome infected by Fusarium on *Pisang Ambon*#1 was 50.10%, while *Pisang Ambon*#2 was 22.23%. In addition, the percentage of *Pisang Cavendish*#1 and *Pisang Cavendish*#2 was 28.52% and 39.5%, respectively. Digital image analysis of the sample showed consistent result and more objective. Development of the digital image analysis is not only useful for Fusarium severity analysis in Banana, but also for other crops.

Keywords: Banana, Digital Image Analysis, Fusarium Wilt Disease, *ImageJ*

ABSTRAK

Penyakit layu fusarium disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* merupakan penyakit yang paling merugikan di Pisang. Saat ini, pengembangan varietas pisang baru yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium masih menjadi cara yang paling efektif untuk mencegah serangan dari penyakit ini. Untuk pengembangan varietas pisang tahan baru, analisis serangan Fusarium sangat penting perannya dalam proses pengujian ketahanan terhadap penyakit untuk kuantifikasi tingkat serangan penyakitnya. Tujuan dari studi ini yaitu untuk membuat metode analisis digital berbasis gambar untuk serangan penyakit layu Fusarium yang sederhana dan lebih objektif dengan menggunakan software *ImageJ*. Pisang Ambon dan Pisang Cavendish digunakan sebagai material tanaman karena sifatnya yang rentan terhadap serangan penyakit layu Fusarium. Analisis fusarium dilakukan mengikuti prosedur berikut (i) Pengambilan gambar pada rhizom yang terinfeksi Fusarium (ii) Analisis digital berbasis gambar menggunakan *ImageJ* pada gambar yang telah diambil. Hasil analisis digital ini berupa persentase area rhizom yang terinfeksi, ditunjukkan dengan adanya nekrosis dan diskolorasi. Persentase area yang terinfeksi Fusarium pada Pisang Ambon#1 yaitu 50,1%, sedangkan Pisang Ambon#2 yaitu 22,23%. Selain itu, persentase Pisang Cavendish#1 dan Pisang Cavendish#2 yaitu 28,52% dan 39,5%. Analisis digital berbasis gambar pada sampel yang diamati menunjukkan hasil yang konsisten dan lebih objektif. Pengembangan metode analisis gambar digital tidak hanya berguna untuk analisis serangan Fusarium di Pisang, akan tetapi dapat dilakukan pada tanaman lainnya.

Kata kunci: Analisis Gambar Digital, *ImageJ*, Penyakit Layu Fusarium, Pisang

PENDAHULUAN

Penyakit layu Fusarium atau dikenal dengan nama *Panama Disease* pertama kali ditemukan di Panama pada abad ke-19 (Ploetz, 2008). Penyakit ini termasuk tipe *soil-borne* yang disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (O'Donnell *et al.*, 1998; Maryani *et al.*, 2019). Menurut FAO, penyakit Fusarium merupakan penyakit yang paling merugikan di pisang. Dampak dari penyakit ini yaitu dapat menyebabkan penurunan produksi pisang yang signifikan hingga 100% (FAO, 2019). Penyakit ini telah menyebabkan kerusakan ribuan hektar pisang cv. Gros Michel di Amerika Tengah pada awal abad 20-an. Hal tersebut membuat pisang cv. Gros Michel kemudian digantikan oleh pisang cv. Cavendish karena lebih

tahan terhadap serangan penyakit *Foc* race 1 (Maryani *et al.*, 2019). Saat ini, solusi pencegahan yang paling efektif untuk penanganan penyakit layu Fusarium adalah menanam varietas pisang yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium. Dale *et al.* (2017) telah berhasil mengembangkan pisang transgenik yang tahan terhadap penyakit *Foc* Tropical Race 4 (*Foc* TR4) dengan menyisipkan gen *RG2* ke dalam pisang cv. Cavendish. Dalam proses pengembangan pisang tahan penyakit, analisis serangan Fusarium sangat penting perannya dalam proses pengujian ketahanan (*Bioassay*). Beberapa metode telah digunakan untuk pengamatan penyakit layu Fusarium di pisang secara visual (Orjeda, 1998; Mak *et al.*, 2004, Smith *et al.*, 2008; dan Viljoen *et al.*, 2016.).

*Kontributor Utama

*Diterima: 13 Agustus 2020 - Diperbaiki: 22 September 2020 - Disetujui: 6 November 2020

Indeksasi tingkat serangan penyakit Fusarium berdasarkan perubahan warna (diskolorasi) pada bagian dalam bonggol (rhizom) yang saat ini banyak digunakan yaitu metode visual dengan menggunakan skala angka yang terbagi menjadi 5-6 kelas (Mak *et al.*, 2004; Viljoen *et al.*, 2016; García-Bastidas *et al.*, 2019). Klasifikasi 6 kelas tersebut yaitu 1 = Tidak ada tanda; 2 = Sedikit titik tanda; 3 = $<1/3$ jaringan tanaman terdiskolorasi; 4 = $1/3-2/3$ = Jaringan tanaman yang terdiskolorasi; 5 = $>2/3$ Jaringan terdiskolorasi; 6 = Seluruh area rhizom terdiskolorasi. Namun, penggolongan 6 kelas tersebut masih dirasa kurang presisi dikarenakan tanaman terserang penyakit yang memiliki perbedaan diskolorasi sampai dengan 32% akan berada pada kelas yang sama. Oleh karena itu, keakurasian skoring untuk analisis serangan penyakit layu Fusarium sangat perlu untuk ditingkatkan. Seiring perkembangan kemajuan teknologi, indeksasi serangan Fusarium dalam bonggol sudah dilakukan dengan menggunakan metode visual secara digital (García-Bastidas *et al.*, 2019; Orr *et al.*, 2019). Garcia-Bastidas *et al.*, (2019) menggunakan metode analisis digital dalam membantu kegiatan *phenotyping* pengujian tanaman pisang tahan layu Fusarium. Studi tersebut membuat indeks serangan penyakit layu Fusarium menjadi empat kelas, yaitu 1 = $0 < x \leq 25\%$, 2 = $25 < x \leq 50\%$, 3 = $50 < x \leq 75\%$, dan 4 = $75 < x \leq 100\%$. Namun, protokol analisis digital yang dikembangkan tidak secara lengkap dilaporkan.

Pada studi ini kami mengembangkan protokol kuantifikasi untuk analisis penyakit layu Fusarium di Pisang secara digital dengan menggunakan *ImageJ*. Protokol yang dikembangkan dalam studi ini diharapkan dapat mengurangi subjektivitas peneliti dalam analisis serangan penyakit Fusarium di pisang.

BAHAN DAN CARA KERJA

Material tanaman

Pisang Ambon dan Pisang Cavendish digunakan sebagai material tanaman dalam kegiatan bioassay dengan jumlah ulangan masing-masing delapan individu dari tiap kultivar. Inokulum yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fusarium odoratissimum* (Maryani *et al.*, 2019). Perbanyak inokulum dilakukan menggunakan media PDB (*Potato*

Dextrose Broth) dengan inkubasi selama 5 hari. Inokulasi dilakukan 2 bulan setelah transplan di *greenhouse* khusus untuk pengujian penyakit layu Fusarium. Akar tanaman pisang dilukai menggunakan pisau yang ditusukkan ke media tanam, kemudian inokulum *F. odoratissimum* dengan kerapatan 1×10^6 dituangkan ke media tanam kecuali pada media tanam kontrol. Penyiraman tanaman dilakukan dengan menuangkan air ke dalam boks sampai setinggi kira-kira 2 cm. Hal ini dimaksudkan agar tanah dari satu *polybag* tidak berpindah ke *polybag* lain apabila terkena cipratan air saat penyiraman. Pengamatan dilakukan pada minggu ke-8 setelah inokulasi. Inokulasi dan pengamatan dilakukan di fasilitas *greenhouse* Pusat Penelitian Biologi, LIPI pada rentang waktu bulan Juli - September 2019.

Pengambilan foto *rhizom*

Setelah delapan minggu inokulasi, bonggol tanaman dibongkar dan dipotong secara membujur, kemudian dilakukan pengambilan foto. Pengambilan foto dilakukan dengan memperhatikan pencahayaan yaitu sumber cahaya tidak berada di belakang objek yang akan difoto (tidak *backlight*). Selain itu, bagian bonggol yang akan diambil fotonya harus bersih dari benda lain, seperti tanah, sampah daun dan sebagainya.

Analisis image digital dengan *ImageJ*

Tingkat diskolorasi pada bonggol pisang yang sudah diinokulasi patogen Fusarium dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *ImageJ*. Langkah-langkah analisis image digital dengan menggunakan *ImageJ* adalah sebagai berikut:

1. Buka software *ImageJ*.
2. Buka foto. *File > Open*. Pastikan foto telah dipotong sehingga hanya ada bagian jaringan pembuluh (*central vascular region*) saja.
3. Buat duplikasi foto. *Image > Duplicate*. Tetap buka kedua foto untuk memudahkan analisis. Foto yang sedang dianalisis dan foto awal dapat dibandingkan. Langkah ini dapat membantu perbandingan untuk penentuan area yang terinfeksi Fusarium.
4. Menentukan ambang batas (*Threshold*). *Image > Adjust > Color Threshold*.

Atur *brightness* untuk memilih area yang akan dianalisis.

5. Menentukan luas area yang diukur. Setelah mengatur *brightness* pada menu *color threshold*, kemudian kita tekan opsi *select* untuk menentukan luas area yang akan diamati.

6. Pengaturan *Set Measurement*. *Analyze > Set Measurement >* tandai opsi “*Area*”, “*Display label*”. Atur *Redirect to*: (nama file)

7. Pengaturan nilai: *Analyze > Measurement* (Ctrl + M).

8. Akan muncul hasil berupa *Label* (nama file), dan *area* (satuan pixel)

9. Simpan hasil. *File > Save as*. File akan tersimpan dalam format CSV.

Disamping itu kami juga melakukan kuantifikasi serangan penyakit layu *Fusarium* dengan menggunakan metode Orr *et al.* (2019) sebagai pembandingan.

Analisis data

Data yang diperoleh yaitu luas area yang terinfeksi dan luas seluruh area jaringan pembuluh di rhizom yang diamati dalam satuan pixel. Hasil yang didapat dari analisis tersebut, kemudian dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Persentase Area Terinfeksi (\%)} = \frac{\text{Area terinfeksi}}{\text{Seluruh Area}} \times 100\%.$$

HASIL

Langkah-langkah analisis digital dengan menggunakan *ImageJ* dapat dilihat di Gambar 1. Setelah dipotong menjadi dua bagian secara membujur, bonggol yang terinfeksi kemudian difoto untuk selanjutnya dianalisis dengan menggunakan *ImageJ*. Tiga langkah pengukuran tingkat diskolorasi yang sangat perlu diperhatikan dalam analisis, yaitu penentuan ambang batas (*threshold*), pengaturan tingkat kecerahan (*brightness*), dan pilihan *set measurement*. Luaran analisis menggunakan pendekatan dalam studi ini yaitu persentase area terinfeksi yang ditunjukkan dengan adanya diskolorasi pada area rhizom (Gambar 2.).

Output dari analisis digital *ImageJ* berupa angka dalam satuan pixel yang kemudian dijadikan nilai rasio atau persentase. Rasio area yang terinfeksi kemudian dibagi dengan seluruh area yang diamati, sehingga dihasilkan nilai persentase area yang terinfeksi *Fusarium*. Nilai persentase area yang terinfeksi dari hasil analisis digital yang kami kembangkan menunjukkan nilai 50,1% dan 22,23% area pada Pisang Ambon yang terinfeksi *Fusarium*. Sementara itu, area Pisang Cavendish yang terserang *Fusarium* yaitu 28,52% dan 39,5% (Tabel 1.)

Untuk mengkonfirmasi metode yang dikembangkan dalam studi ini, kami melakukan analisis digital *ImageJ* dengan menggunakan metode

Tabel 1. Hasil analisis berupa persentase area yang terinfeksi *Fusarium* dari metode yang dikembangkan dan metode Orr *et al.* (2019) (*Analysis result in the form of Fusarium infected area resulted from developed method and method developed by Orr et al. (2019)*)

No	Sampel (Sample)	Metode yang dikembangkan (Developed method)		Persentase area yang terinfeksi (%) (Percentage of infected area)	Metode Orr <i>et al.</i> , (2019) (Method developed by Orr <i>et al.</i> , (2019))		Persentase area yang terinfeksi (%) (Percentage of infected area)
		Area terinfeksi (pixel) (Infected area)	Seluruh area (pixel) (all area)		Mean gray value area terinfeksi (Mean gray value of infected area)	Mean gray value seluruh area gelap (Mean gray value of dark area)	
1	Ambon#1	43742	87303	50.1	163.347	255	64.06
2	Ambon#2	28685.5	129017	22.23	175.1295	255	68.68
3	Cavendish#1	13663	47915	28.52	190.551	255	74.73
4	Cavendish#2	30719	77776.5	39.5	193.3805	255	75.84

Gambar 1. Langkah-langkah analisis digital dengan menggunakan ImageJ. a). Foto bonggol pisang yang terinfeksi pathogen *Fusarium*, b). Foto yang sudah dipotong, c). Pengaturan *Threshold*, d). Seleksi bagian yang akan dihitung luas areanya, e) Pengaturan *set measurement*, f). Hasil analisis. (*Analysis steps using ImageJ. a) Rhizome image of banana infected by Fusarium, b). Cutted image, c) Threshold setting, d). Selection of calculated area, e). Setting set measurement, f) Analysis result*)

Gambar 2. Penampakan hasil analisis image digital dengan menggunakan ImageJ. 1a-1d dianalisis dengan menggunakan metode yang dikembangkan; 1e-1h dianalisis menggunakan metode Orr *et al.* (2019). Pisang Ambon (a, b, e, f); Pisang Cavendish (c, d, g, h). (*Appearance of digital image analysis result using ImageJ. 1a-1d analysed using developed method, 1e-1h analysed using method Orr et al. (2019). Pisang Ambon (a,b,e,f), Pisang Cavendish (c, d, g, h)*)

kuantifikasi yang telah dikembangkan sebelumnya (Orr *et al.*, 2019). Persentase area yang terinfeksi dengan menggunakan metode Orr *et al.* (2019) pada Pisang Ambon#1 yaitu 64,06% dan Pisang Ambon#2 sebesar 68,68%. Sementara itu, persentase dari Pisang Cavendish#1 dan Pisang Cavendish#2 sebesar 74,73% dan 75,84% (Tabel 1).

PEMBAHASAN

Pada studi ini, kami menggunakan pendekatan analisis digital berbasis foto dengan *ImageJ* untuk menganalisis serangan penyakit layu Fusarium di pisang. *ImageJ* merupakan program *open source* berbasis bahasa pemrograman Java yang tersedia di website (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>). Program ini dapat digunakan untuk membantu analisis digital berbasis foto yang telah diambil.

Perbedaan persentase area terlihat antara metode yang kami kembangkan dengan metode Orr *et al.* (2019). Dalam studi ini, kami menggunakan opsi “area” untuk menganalisis bonggol pisang yang terinfeksi, sedangkan Orr *et al.* (2019) menggunakan gambar biner di dalam *ImageJ* dengan kisaran nilai 0–255.

Interpretasi dari gambar biner mempunyai kelemahan yaitu tidak dapat dilakukan secara universal di *ImageJ*, hal tersebut dikarenakan *foreground* dan *background* pada foto yang diambil berpengaruh pada luaran atau hasil analisis. Selain itu, rasio pembagi yang mengikuti nilai tertinggi dari gambar biner yaitu 255 kurang fleksibel dibandingkan dengan menggunakan opsi “area” yang nilainya dapat berubah sesuai dengan ukuran gambar yang digunakan.

Pengembangan aplikasi analisis digital pada tumbuhan sudah masif dikembangkan. Beberapa aplikasi analisis digital pada tumbuhan, diantaranya (Dhingra *et al.*, 2018; Khirade dan Patil, 2015; Meena Prakash *et al.*, 2018). Khirade dan Patil, (2015) menggunakan metode ANN untuk klasifikasi penyakit pada tanaman. Dari metode ini, tanaman dapat diidentifikasi dan diklasifikasikan dari berbagai penyakit tanaman secara akurat dengan menggunakan teknik pemrosesan gambar. Secara khusus, pengembangan metode analisis untuk penyakit Fusarium pada tanaman sudah dikembangkan, salah satu contohnya yaitu pada

tanaman gandum (Jayme G.A. Barbedo *et al.*, 2015; Jayme Garcia Arnal Barbedo *et al.*, 2016; Maloney *et al.*, 2014; Shin *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Metode analisis digital yang dikembangkan pada studi ini sederhana dan mudah dilakukan. Hasil analisis serangan Fusarium lebih konsisten dan objektif dibandingkan dengan metode visual konvensional. Selain itu, metode kuantifikasi penyakit layu Fusarium ini juga memiliki potensi untuk bisa diaplikasikan pada tanaman selain pisang. Oleh karena itu, kami harapkan studi ini dapat menjadi standar atau protokol yang dapat digunakan dalam analisis serangan penyakit layu Fusarium di pisang. Sehingga pengembangan varietas pisang unggul baru yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium dapat dilakukan lebih efektif dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada staf laboratorium Genetika tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi LIPI atas kerja samanya selama proses kegiatan ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbedo, Jayme, G.A., Tibola, C.S. and Fernandes, J.M.C., 2015. Detecting Fusarium head blight in wheat kernels using hyperspectral imaging. *Biosystems Engineering*, 131, pp. 65–76.
- Barbedo, Jayme, Garcia Arnal, Koenigkan, L.V. and Santos, T.T., 2016. Identifying multiple plant diseases using digital image processing. *Biosystems Engineering*, 147, pp. 104–116.
- Dhingra, G., Kumar, V. and Joshi, H.D., 2018. Study of digital image processing techniques for leaf disease detection and classification. *Multimedia Tools and Applications*, 77(15), pp. 19951–20000.
- FAO, 2019. Food Outlook, *Biannual Report on Global Food Markets*. November 2019. Rome.
- Garcia-Bastidas, F.A., Van der Veen, A.J.T., Nakasato-Tagami, G., Meijer, H.J.G., Arango-Isaza, R. E. and Kema, G. H. J., 2019. An Improved Phenotyping Protocol for Panama Disease in Banana. *Frontiers in Plant Science*, 10(August), pp. 1–12.
- Khirade, S.D. and Patil, A.B., 2015. Plant disease detection using image processing. *Proceedings - 1st International Conference on Computing, Communication, Control and Automation, ICCUBEA 2015*, pp. 768–771.
- Maloney, P.V., Petersen, S., Navarro, R.A., Marshall, D., McKendry, A.L., Costa, J.M. and Murphy, J.P., 2014. Digital image analysis method for estimation of Fusarium-damaged kernels in wheat. *Crop Science*, 54 (5), pp. 2077–2083.
- Maryani, N., Lombard, L., Poerba, Y.S., Subandiyah, S., Crous, P.W. and Kema, G.J.H., 2019. Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen *Fusarium Oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. *Studies in Mycology*, 92, pp. 155–194.

- Meena Prakash, R., Saraswathy, G.P., Ramalakshmi, G., Mangaleswari, K.H. and Kaviya, T., 2018. Leaf Disease Detection, Quantification and Classification Using Digital Image Processing. *Proceedings of 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems, ICIIIECS 2017*, 2018-Janua(July), pp. 1–4.
- O'Donnell, K., Kistler, H.C., Cigelnik, E. and Ploetz, R.C., 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(5), pp. 2044–2049.
- Orjeda, G., 1998. *Evaluation of Musa germplasm for resistance to Sigatoka diseases and Fusarium wilt*. INIBAP Technical Guidelines 3. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France; ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, Wageningen, The Netherlands. INIBAP ISBN: 2-910810-24-0
- Orr, R., Pattison, A., East, D., Warman, N., O'Neill, W., Czisowski, E. and Nelson, P.N., 2019. Image-based quantification of Fusarium wilt severity in banana. *Australasian Plant Disease Notes*, 14(1), pp. 2–5.
- Ploetz, R. C., 2008. Panama Disease: A Classic and Destructive Disease of Banana Panama Disease: A Classic and Destructive Disease of Banana Panama Disease: A Classic and Destructive Disease of Banana. *Agricultural Sciences*, 1876(November 2000), pp. 1–7.
- Shin, S., Kim, K.H., Kang, C.S., Cho, K.M., Park, C.S., Okagaki, R. and Park, J.C., 2014. A simple method for the assessment of fusarium head blight resistance in Korean wheat seedlings inoculated with Fusarium graminearum. *Plant Pathology Journal*, 30(1), pp. 25–32.
- Smith, L.J., Smith, M.K., Tree, D., O'Keefe, D. and Galea, V.J., 2008. Development of a small-plant bioassay to assess banana grown from tissue culture for consistent infection by Fusarium oxysporum f. sp. cubense. *Australasian Plant Pathology*, 37(2), pp. 171–179.
- Viljoen, A., Mahuku, G., Massawe, C., Ssali, R.T., Kimunye, J., Mostert, G., Ndayihanzamaso, P. and Coyne, D. L., 2016. *Banana Pests and Diseases Field Guide for Disease Diagnostics and Data Collection Great Lakes Region of Africa*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput harus menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)

Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up to date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.

2. Komunikasi pendek (*short communication*)

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan atau baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Hasil dan pembahasan dapat digabung.

3. Tinjauan kembali (*review*)

Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

1. Bahasa

Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.

2. Judul

Judul diberikan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul ditulis dalam huruf tegak kecuali untuk nama ilmiah yang menggunakan bahasa latin. Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah dengan diikuti oleh nama serta alamat surat menyurat penulis dan alamat email. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*). Jika penulis lebih dari satu orang bagi pejabat fungsional penelitian, pengembangan agar menentukan status sebagai kontributor utama melalui penandaan simbol dan keterangan sebagai kontributor utama dicatatkan kaki di halaman pertama artikel.

3. Abstrak

Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam Bahasa Inggris merupakan terjemahan dari Bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.

4. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Perlu disebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

5. Bahan dan cara kerja

Bahan dan cara kerja berisi informasi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasinya dan apabila ada modifikasi maka harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan hal apa yang dimodifikasi.

6. Hasil

Hasil memuat data ataupun informasi utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada suatu tabel/grafik/diagram atau gambar, maka hasil yang terdapat pada bagian tersebut dapat diuraikan dengan jelas dengan tidak menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata maka harus menyertakan pula standar deviasinya.

7. Pembahasan

Pembahasan bukan merupakan pengulangan dari hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan studi terdahulu.

8. Kesimpulan

Kesimpulan berisi informasi yang menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, implikasi dari hasil penelitian dan penelitian berikutnya yang bisa dilakukan.

9. Ucapan terima kasih

Bagian ini berisi ucapan terima kasih kepada suatu instansi jika penelitian ini didanai atau didukung oleh instansi tersebut, ataupun kepada pihak yang membantu langsung penelitian atau penulisan artikel ini.

10. Daftar pustaka

Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review*. Apabila harus menyitir dari "laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan '*unpublished*' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers* dan penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

1. Naskah diketik dengan menggunakan program Microsoft Word, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak spasi tunggal. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.

2. Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan Bahasa Indonesia, angka desimal ditulis dengan menggunakan koma (,) dan ditulis dengan menggunakan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5 cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.

3. Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.

4. Nama takson dan kategori taksonomi ditulis dengan merujuk kepada aturan standar yang diakui. Untuk tumbuhan menggunakan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan menggunakan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.

5. Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.

6. Untuk range angka menggunakan en dash (–), contohnya pp.1565–1569, jumlah anakan berkisar 7–8 ekor. Untuk penggabungan kata menggunakan hyphen (-), contohnya: masing-masing.

7. Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).

8. Tabel

Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah.

8. **Gambar**
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul gambar ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi, untuk *line drawing* minimal 600dpi.
9. **Daftar Pustaka**
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995). Jika sitasi beruntun maka dimulai dari tahun yang paling tua, jika tahun sama maka dari nama penulis sesuai urutan abjad. Contoh: (Anderson, 2000; Agusta *et al.*, 2005; Danar, 2005). Penulisan daftar pustaka, sebagai berikut:
 - a. **Jurnal**
Nama jurnal ditulis lengkap.
Agusta, A., Maehara, S., Ohashi, K., Simanjuntak, P. and Shibuya, H., 2005. Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by the endophytic fungus *Diaporthe* sp. isolated from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(12), pp.1565–1569.
 - b. **Buku**
Anderson, R.C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates, Their Development and Transmission*. 2nd ed. CABI Publishing, New York. pp. 650.
 - c. **Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.**
Kurata, H., El-Samad, H., Yi, T.M., Khammash, M. and Doyle, J., 2001. Feedback Regulation of the Heat Shock Response in *Eschericia coli*. *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*. Orlando, USA. pp. 837–842.
 - d. **Makalah sebagai bagian dari buku**
Sausan, D., 2014. Keanekaragaman Jamur di Hutan Kabungolor, Tau Lumbis Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Dalam: Irham, M. & Dewi, K. eds. *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*. pp. 47–58. PT. Eaststar Adhi Citra. Jakarta.
 - e. **Thesis, skripsi dan disertasi**
Sundari, S., 2012. Soil Respiration and Dissolved Organic Carbon Efflux in Tropical Peatlands. *Dissertation*. Graduate School of Agriculture. Hokkaido University. Sapporo. Japan.
 - f. **Artikel online.**
Artikel yang diunduh secara online ditulis dengan mengikuti format yang berlaku untuk jurnal, buku ataupun thesis dengan dilengkapi alamat situs dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review misalnya laporan perjalanan maupun artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Himman, L.M., 2002. A Moral Change: Business Ethics After Enron. San Diego University Publication. <http://ethics.sandiego.edu/LMH/oped/Enron/index.asp>. (accessed 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa inggris atau (diakses 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa indonesia

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan tidak sedang diterbitkan di tempat lain serta bebas dari konflik kepentingan.

Penelitian yang melibatkan hewan dan manusia

Setiap naskah yang penelitiannya melibatkan hewan (terutama mamalia) dan manusia sebagai obyek percobaan/penelitian, wajib menyertakan 'ethical clearance approval' yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah yang dipublikasi pada edisi tersebut. Oleh karena itu, setiap naskah yang ada ilustrasinya diharapkan dapat mengirimkan ilustrasi atau foto dengan kualitas gambar yang baik dengan disertai keterangan singkat ilustrasi atau foto dan nama pembuat ilustrasi atau pembuat foto.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke penulis dan penulis diwajibkan untuk membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah proofs harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Pengiriman naskah

Naskah dikirim secara online ke website berita biologi: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi

Alamat kontak

Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067, Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066,
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id atau
jurnalberitabiologi@gmail.com

BERITA BIOLOGI

Vol. 19(3A)

Isi (*Content*)

Desember 2020

P-ISSN 0126-1754

E-ISSN 2337-8751

TINJAUAN ULANG (*REVIEW*)

THE IMPORTANCE OF RUMEN ANAEROBIC FUNGI ON FIBER DEGRADATION IN RUMINANTS:

REVIEW [Pentingnya Fungi Anaerob Rumen dalam Mendegradasi Serat pada Ruminansia: Review]

Sinta Agustina, I Komang Gede Wiryawan, and Sri Suharti 231 – 238

MAKALAH HASIL RISET (*ORIGINAL PAPERS*)

PERKEMBANGAN EMBRIO DAN PERFORMA AWAL LARVA TIGA SPESIES IKAN TOR INDONESIA

[Embryo Development and Early Performance of the Three Indonesian Tor Fish Species]

Wahyulia Cahyanti, Deni Radona, dan Anang Hari Kristanto 239 – 248

HUBUNGAN PANJANG-BOBOT, FAKTOR KONDISI, DAN KARAKTERISTIK BIOMETRIK IKAN LELE

AFRIKA (*Clarias gariepinus*) ALBINO ASAL THAILAND

[Length-Weight Relationship, Condition Factor, and Biometric Characteristic of Albino African Catfish (*Clarias gariepinus*) Originated from Thailand]

Bambang Iswanto, Rommy Suprpto, dan Pudji Suwargono 249 – 256

SELECTIVE ISOLATION OF *Dactylosporangium* AND *Micromonospora* FROM THE SOIL OF KARST CAVE OF SIMEULUE ISLAND AND THEIR ANTIBACTERIAL POTENCY

[Isolasi Selektif *Dactylosporangium* dan *Micromonospora* dari Tanah Gua Karst Pulau Simeulue dan Potensinya Sebagai Antibakteri]

Ade Lia Putri dan I Nyoman Sumerta 257 – 268

KERAGAMAN DAN KEKERABATAN GENETIK *Garcinia* BERDASARKAN KANDUNGAN

SENYAWA BIOAKTIF DAN AKTIVITAS BIOLOGISNYA: KAJIAN *IN SILICO*

[Genetic Diversity and Relationship of *Garcinia* Based on Bioactive Compounds and Their Biological Activities: *In Silico* Study]

Dindin Hidayatul Mursyidin dan Fajar Nurrahman Maulana 269 – 295

UJI TOKSISITAS ORAL *REPEATED DOSE* FILTRAT BUAH LUWINGAN (*Ficus hispida* L.f.)

MENGGUNAKAN MODEL TIKUS (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) GALUR WISTAR

[Oral Repeated Dose Toxicity Studies of Hairy Figs (*Ficus hispida* L.f.) Fruits Filtrate in Wistar Rats (*Rattus norvegicus* BERKENHOUT, 1769)]

Laksmindra Fitria, Rosita Dwi Putri Suranto, Indira Diah Utami, dan Septy Azizah Puspitasari 297 – 308

PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS *Oedogonium* sp. PADA INTENSITAS CAHAYA YANG

BERBEDA

[Growth and Productivity of *Oedogonium* sp. on Different Light Intensity]

Niken TM. Pratiwi, Qadar Hasani, Ahmad Muhtadi, dan Neri Kautsari 309 – 319

PENGARUH KRIM EKSTRAK JINTAN HITAM (*Nigella sativa*) TERHADAP KADAR KOLAGEN DAN HIDRASI KULIT PADA TIKUS (*Rattus norvegicus*) GALUR WISTAR JANTAN YANG DIPAPAR

SINAR ULTRAVIOLET-B [The Impact of *Nigella sativa* Extract Cream on Collagen Levels and Skin Hydration in *Rattus Norvegicus* Exposed with Ultraviolet-B Rays]

Winda Sari, Linda Chiuman, Sahna Ferdinand Ginting, dan Chrismis Novalinda Ginting 321 – 325

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF CRUDE EXTRACT FROM *Nocardia* sp. ATS-4.1 AGAINST *Candida albicans* InaCC-Y116

[Aktivitas Antifungi Ekstrak Isolat *Nocardia* sp. ATS-4.1 Terhadap Jamur *Candida albicans* InaCC-Y116]

Abdullah, Rahmawati, dan Rikhsan Kurniatuhadi 327 – 334

ANALISIS GAMBAR DIGITAL UNTUK SERANGAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM DI PISANG MENGGUNAKAN IMAGEJ

[Digital Image Analysis for Fusarium Wilt Severity in Banana by Using ImageJ]

Ahmad Zaelani, Wulan S. Kurniajati, Herlina, Diyah Martanti, dan Fajarudin Ahmad 335 – 341

JAVANESE NATIVE *STROBILANTHES* (ACANTHACEAE): TAXONOMY, DISTRIBUTION AND CONSERVATION STATUS

[*Strobilanthes* Asli Jawa (Acanthaceae): Taksonomi, Distribusi dan Status Konservasi]

Yasper Michael Mambrasar, Yayah Robiah, Nira Ariasari Z., Yayan Supriyanti, Dewi Rosalina, Sutikno, Jaenudin, Wahyudi Santoso, Dede Surya, Megawati, Taufik Mahendra, Agusdin Dharma Fefirenta, dan Deby Arifiani 343 – 353

KOMUNIKASI PENDEK (*SHORT COMMUNICATION*)

CATATAN PERKEMBANGBIAKAN MELIPHAGA DADA-LURIK (*Microptilotis reticulatus*) DI PULAU TIMOR DAN INFORMASI TERHADAP PERDAGANGANNYA

[Breeding Record of Streak-Breasted Honeyeater (*Microptilotis reticulatus*) in Timor Island and Information on its Trade]

Oki Hidayat 355 – 359