



## ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PATOGEN PADA BENIH PADI DAN KEDELAI

Inggit Winarni (inggit@ut.ac.id)  
Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Terbuka

### ABSTRAK

*Benih yang sehat diperlukan dalam budidaya tanaman. Benih tidak sehat dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan beberapa kelompok bakteri patogen benih padi dan kedelai yang berasal dari kebun percobaan jurusan Teknologi Benih IPB-Darmaga. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2004 di Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi FMIPA, Institut Pertanian Bogor. Penelitian diawali dengan kegiatan isolasi, dilanjutkan dengan karakterisasi morfologi dan fisiologi berdasarkan Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Karakterisasi morfologi meliputi pengamatan terhadap: bentuk dan warna koloni, uji pewarnaan Gram, dan uji motilitas. Karakterisasi fisiologi meliputi uji katalase, uji oksidase, uji xanthomonadin, dan uji poly hidroksi butirat. Hasil isolasi pada masing-masing sampel benih padi dan kedelai ditemukan satu jenis bakteri patogen, yang selanjutnya dikarakterisasi secara morfologi dan fisiologi. Hasil uji morfologi dan fisiologi menunjukkan bahwa bentuk koloni bulat, cembung, warna putih-kuning, Gram negatif, bersifat motil, sel berbentuk batang, katalase positif, oksidase negatif, xanthomonadin negatif, dan PHB negatif. Kedua bakteri patogen benih padi dan kedelai memperlihatkan ciri yang sama dengan kelompok *Pseudomonas* sp., sehingga diduga kuat kedua bakteri tersebut dikelompokkan ke dalam genus *Pseudomonas* sp.*

*Kata kunci: bakteri patogen, benih, isolasi, morfologi-fisiologi, Pseudomonas sp*

### ABSTRACT

*Healthy seedlings is required in the cultivation of crops. Bad seeds can reduce the quality and quantity of crop yields. This research aim was to find a group of pathogenic bacteria rice and soybean seed from Seed Technology Experimental Garden IPB-Darmaga. The research was conducted in 2004 at the Microbiology Laboratory of the Department of Biology Faculty, Bogor Agricultural University. This research began with the isolation, followed by morphological and physiological characterization based on Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Morphological characterization includes the observation of the shape and colour of colonies, Gram stain test, and motility test. Physiological examination were catalase test, oxidase test, xanthomonadin test, and test poly hydroxy butyrate. Those characterizations of rice and soybean seeds samples suspected one group of pathogenic bacteria. The study showed that the morphology and physiology characters of colony were shape round, convex, white-yellow, Gram negative, motile, rod-shaped cells, catalase positive, oxidase negative, negative xanthomonadin, and PHB negative. Both bacterial pathogens of rice and soybean seeds showed characteristics similar to those *Pseudomonas* sp., so it is strongly suspected that these two bacteria are grouped into the genus of *Pseudomonas* sp.*

*Keywords: isolation, morphology-physiology, pathogenic bacteria, Pseudomonas sp., seeds*

Produksi tanaman pangan padi dan kedelai mengalami penurunan pada tahun 2001 dari tahun sebelumnya, untuk padi dari 51,9 juta ton menjadi 50,5 juta ton dan untuk kedelai dari 1,0 juta ton menjadi 0,8 juta ton (BPS, 2002). Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: serangan hama dan penyakit yang sampai saat ini belum dapat diatasi dengan baik. Salah satu penyakit penting tanaman padi yang mengakibatkan kerugian cukup serius di Indonesia adalah penyakit *bacterial red stripe* (BRS) atau daun bergaris merah yang disebabkan oleh *Pseudomonas* sp., sedangkan pada tanaman kedelai adalah penyakit hawar bakteri yang disebabkan oleh *Pseudomonas syringae* pv. *glycine*. Luas lahan yang terkena serangan penyakit tersebut untuk padi 451 ha dan kedelai 83 ha (Anonim, 2002), yang setara dengan kehilangan hasil panen sebanyak 2.000 ton (US\$ 461.428,8) untuk padi dan 101 ton (US\$ 21.042,7) untuk kedelai.

Penyakit tersebut dapat muncul karena benih yang digunakan adalah benih yang tidak sehat sehingga mengganggu perkecambahan dan pertumbuhan tanaman, yang kemudian dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi. Sutopo (2002) melaporkan bahwa benih dapat menjadi penghantar penyakit. Penggunaan benih bermutu merupakan komponen penting dalam pelaksanaan budidaya tanaman yang dapat menjamin pertanaman yang baik dan hasil panen yang tinggi. Tingginya kadar air tanaman, menyebabkan benih mudah terinfeksi oleh cendawan, bakteri, virus yang patogen, sehingga dapat menyebabkan penyakit yang cukup serius, sehingga benih menjadi busuk sebelum atau sesudah benih berkecambah.

Agarwal dan Sinclair (1987) menyatakan bahwa bakteri patogen dapat berada dalam benih melalui cara infeksi atau kontaminasi. Infeksi benih dapat melalui embrio, selaput biji, endosperma, dan perisperma, sedangkan kontaminasi dapat melalui permukaan perkarpium atau selaput biji. Kontaminasi disebabkan oleh banyaknya kotoran atau tanah yang tercampur ke dalam benih selama pemanenan, penjemuran, dan penyimpanan.

Beberapa contoh bakteri yang menyerang benih tanaman pangan, diantaranya adalah *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Xanthomonas* sp. Agarwal dan Sinclair (1987), Rahayu dan Iriani (1990), dan Hidayat, Harnoto, Mahmud, dan Sumarno (2000) melaporkan bahwa beberapa penyakit penting yang menyerang benih padi antara lain: *sheath rot* (*P. oryzae*), *blight/hawar* (*X. campestris* pv. *oryzae*), dan *leaf streak* (*X. campestris* pv. *oryzae*). Penyakit yang menyerang benih kedelai antara lain: *brown rot/busuk coklat* (*P. solanacearum*), *blight/hawar* (*P. syringae* pv. *glycine*), *wildfire* (*P. syringae* pv. *tabaci*), dan *pustule* (*X. campestris* pv. *glycine*). Di Indonesia benih yang terinfeksi *Pseudomonas*, pada padi menimbulkan penyakit dengan gejala bergaris merah (*bacterial red stripe*/BRS) dan benih yang terinfeksi *P. syringae* pv. *glycine* pada kedelai disebut hawar daun atau *bacterial blight* (Anonim, 2002).

BRS disebabkan oleh *Pseudomonas* sp. Secara umum tanaman yang sakit berwarna jingga atau merah. Gejala yang nampak hanya terdapat pada daun, kadang-kadang pada bagian atas upih daun, dan tidak pernah terdapat pada malai, batang, atau akar. Pada waktu tanaman membentuk malai, gejala timbul pada daun-daun atas dan daun bendera, dan jika penyakitnya parah maka daun kedua dan ketiga akan layu. Infeksi dimulai dari satu titik berwarna jingga, kemudian meluas ke arah ujung daun dan nampak sebagai suatu garis, dan akhirnya daun mengering (Semangun, 1991). Sedangkan penyakit hawar daun disebabkan oleh *Pseudomonas syringae* pv. *glycine* dengan gejala adanya bercak pada daun, kadang-kadang pada batang, tangkai daun, dan polong. Bercak berbentuk persegi, kecil, tembus cahaya, kebasahan, berwarna kuning sampai coklat terang. Pusat bercak cepat mengering dengan warna coklat kemerahan sampai hitam. Pada lingkungan yang cocok, bercak membesar, beberapa bercak bergabung membentuk bercak yang lebih besar dan tidak beraturan, diikuti dengan bagian tengah bercak sobek sehingga daun tampak

berlubang dan daun rontok. Infeksi pada bibit terjadi pada kotiledon bagian pinggir. Bercak dapat membesar dan berwarna coklat gelap, akibatnya tanaman menjadi kerdil (Hidayat *et al.* 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kelompok bakteri patogen yang mengkontaminasi benih padi dan kedelai yang biasa ditanam di Indonesia.

## METODE

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2004 di Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi FMIPA, Institut Pertanian Bogor. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain berupa: benih padi dan kedelai yang terinfeksi berasal dari kebun percobaan jurusan Teknologi Benih IPB-Darmaga.; media NB/NA (Nutrient Broth/Agar); bahan untuk pewarnaan Gram. Bahan untuk: uji motilitas; katalase; uji oksidase (media Tryptone Soya Agar/TSA); uji xanthomonadin (media Yeast Dextrose CaCO<sub>3</sub>/YDC); uji Poly-β-hidroksibutirat (PHB). Penelitian meliputi karakterisasi morfologis dan fisiologis, diawali dengan kegiatan isolasi bakteri patogen dengan cara benih padi dan kedelai yang terinfeksi secara aseptis disterilisasi permukaannya dengan menggunakan alkohol 95%, kemudian direndam dalam H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5%, dan dibilas dua kali dengan air steril. Selanjutnya, benih dimasukkan dalam cawan petri berisi kapas dan kertas saring steril yang telah dibasahi (lembab) dan diinkubasi selama 5-7 hari sampai terbentuk lendir pada permukaan benih. Lendir yang terbentuk digores secara kuadran pada media NA dan diinkubasi selama 24 jam (Schaad, Jones, & Chun 2001). Koloni yang terpisah kemudian diisolasi dan dilakukan karakterisasi morfologi dan fisiologi untuk mengetahui genus dari masing-masing patogen benih berdasarkan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.* 1994). Cara karakterisasi morfologi: pengamatan terhadap bentuk dan warna koloni, masing-masing biakan ditumbuhkan pada media NA umur 24 jam.

Uji selanjutnya adalah pewarnaan Gram. Biakan bakteri ditumbuhkan pada media NB umur 24 jam, dibuat olesan dan difiksasi panas, kemudian diberi pewarna primer ungu kristal, digenangi iodium gram, diberi pemucat warna etanol, dan diberi pewarna tandingan safranin, kemudian diamati bentuk sel dan warnanya. Kemudian uji motilitas, biakan bakteri ditumbuhkan pada media NB umur 24 jam, dibuat preparat tetes gantung.

Karakterisasi fisiologi yaitu: 1). uji katalase, biakan bakteri yang ditumbuhkan pada media NB umur 24 jam, diletakkan di atas kaca objek yang terlebih dahulu telah diberi 3 tetes hidrogen peroksida 3% dan dicampur. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung oksigen, 2). uji oksidase, biakan bakteri ditumbuhkan pada media TSA umur 24 jam, digenangi dengan larutan dimetil p-fenildiamina hidroklorida 1%. Uji positif ditandai dengan berubahnya warna koloni menjadi merah muda, merah tua, merah gelap, dan akhirnya hitam, 3). uji xanthomonadin, biakan bakteri ditumbuhkan pada media YDC umur 24-48 jam. Uji positif ditandai dengan koloni berwarna kuning, 4). uji PHB, biakan bakteri ditumbuhkan pada media NB umur 24 jam, dibuat olesan dan difiksasi, kemudian ditetesi dengan larutan 0,3% *Sudan Black B* dalam etilen glukol, dicelup dalam silena, dan diberi safranin. Uji positif ditandai dengan granul PHB yang berwarna biru kehitaman, sedang bagian sitoplasma berwarna merah muda (Schaad, Jones, & Chun 2001).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri patogen hasil isolasi dari benih padi dan kedelai yang terinfeksi, kemudian diremajakan dan ditumbuhkan pada media NA, serta diinkubasi pada suhu ruang. Hasil isolasi dari masing-masing bakteri patogen benih padi dan kedelai hanya didapatkan satu macam bakteri. Bakteri patogen tersebut dilakukan pengujian lebih lanjut. Berikut penjelasan secara rinci hasil karakterisasi dari masing-masing bakteri patogen benih padi dan kedelai.

## Morfologi

Pengamatan terhadap morfologi koloni dilakukan terhadap bentuk dan warna koloni. Koloni baik pada benih padi maupun kedelai berbentuk bulat dan cembung, sedangkan warna koloni pada benih padi adalah putih dan pada benih kedelai adalah kuning (Tabel 1). Seperti yang dilaporkan Holt *et al.* (1994) bahwa salah satu ciri morfologi dari genus *Pseudomonas* sp. adalah koloni berbentuk bulat dan berwarna putih-krem kekuningan. Dengan demikian bila dilihat dari ciri morfologi maka hasil isolasi patogen baik pada benih padi maupun kedelai dikelompokkan ke dalam genus *Pseudomonas* sp.

Tabel 1. Ciri Morfologi Koloni Bakteri Patogen Benih Padi dan Kedelai

Karakter	Patogen Benih	
	Padi	Kedelai
Warna koloni	bulat	putih
Bentuk koloni	bulat	kuning
Permukaan koloni	cembung	cembung

Hasil penelitian Mustika (2009) juga melaporkan bahwa hasil isolasi bakteri pada benih padi menunjukkan ciri morfologi yang sama, yaitu koloni berbentuk bulat, cembung, dan berwarna putih. Salah satu hasil isolasi yang ditemukan Mustika (2009) adalah *Pseudomonas avenae*.

Karakter ciri morfologi penting yang diamati pada penelitian ini adalah pewarnaan Gram dan motilitas. Hasil pewarnaan Gram baik pada benih padi maupun kedelai menunjukkan Gram negatif. Hal ini ditunjukkan dengan sel berwarna merah/pink setelah dilakukan pewarnaan Gram. Kedua bakteri patogen benih tersebut sama-sama berbentuk batang (Tabel 2). Ciri-ciri *Pseudomonas* sp. menurut Holt *et al.* (1994) antara lain: sel berbentuk batang lurus atau batang melengkung dan reaksi Gram negatif. Hasil pewarnaan Gram terhadap bakteri hasil isolasi benih padi yang dilaporkan Mustika (2009) juga menunjukkan reaksi Gram negatif, sehingga isolat yang terisolasi pada penelitian ini dapat dikelompokkan juga sebagai *Pseudomonas* sp. Penelitian yang sama juga dilaporkan Ismail dan Anggraeni (2008) bahwa hasil identifikasi secara mikroskopis terhadap *Pseudomonas tectona* (penyebab penyakit layu pada pohon jati) menunjukkan sifat Gram negatif dan sel berbentuk batang.

Tabel 2. Hasil Pewarnaan Gram dan Uji motilitas Bakteri Patogen pada Benih Padi dan Kedelai

Karakter	Patogen Benih	
	Padi	Kedelai
Gram	-	-
Bentuk sel	batang	batang
Motilitas	motil	motil

) tanda "+" menunjukkan uji positif; tanda "-" menunjukkan uji negatif

Sifat motilitas yang dimiliki oleh kedua bakteri hasil uji motilitas menunjukkan reaksi positif. Bakteri patogen baik dari benih padi maupun kedelai hasil isolasi keduanya bersifat motil (Tabel 2). Salah satu sifat yang dimiliki *Pseudomonas* sp. adalah motil (Holt *et al.* 1994). Menurut Pelczar dan

Chan (2008), *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri yang berupa sel berbentuk batang lurus dan mempunyai motil dengan flagellum polar.

### Fisiologi

Karakter ciri fisiologi yang diamati pada penelitian ini adalah katalase, oksidase, xanthomonadin, dan PHB. Hasil isolasi bakteri patogen benih padi dan kedelai terhadap uji katalase dan oksidase diperlihatkan pada Tabel 3. Uji katalase pada bakteri patogen pada benih padi dan kedelai menunjukkan positif, sedang uji oksidase bakteri patogen baik pada benih padi maupun kedelai menunjukkan negatif.

Tabel 3. Hasil uji katalase, oksidase, xanthomonadin, dan PHB bakteri patogen pada benih padi dan kedelai

Karakter	Patogen Benih	
	Padi	Kedelai
Katalase	+	+
Oksidase	-	-
Xanthomonadin	-	-
PHB	-	-

) tanda "+" menunjukkan uji positif; tanda "-" menunjukkan uji negatif

Feliatra, Efendi, & Suryadi (2004) melaporkan bahwa hasil uji oksidase pada *Pseudomonas* menunjukkan negatif, sedang uji katalase menunjukkan positif. *Pseudomonas* yang diuji Suwarsih (2011) merupakan bakteri probiotik yang diperoleh dari ikan kerapu macan.

Kelompok bakteri yang mungkin terdapat pada benih padi dan kedelai adalah *Pseudomonas* dan *Xanthomonas* (Agarwal dan Sinclair, 1987). Kedua kelompok bakteri tersebut dapat dibedakan dengan uji xanthomonadin. Hasil uji xanthomonadin terhadap bakteri patogen benih padi dan kedelai diperlihatkan pada Tabel 3.

Uji *xanthomonadin* pada kedua bakteri tersebut menunjukkan hasil negatif, ini mengindikasikan bahwa kedua bakteri tersebut tidak mampu menghasilkan xanthomonadin, sehingga bukan merupakan kelompok bakteri *Xanthomonas*, diduga kuat merupakan kelompok bakteri *Pseudomonas*. Uji *xanthomonadin* dinyatakan positif bila koloni yang telah ditumbuhkan pada media YDC menunjukkan warna kuning.

Uji PHB pada kedua bakteri patogen benih padi dan kedelai menunjukkan hasil positif seperti yang terlihat pada Tabel 3. Margino (2009) melaporkan bahwa terdapat beberapa genera bakteri *Pseudomonas* yang tidak mampu memetabolisme glukosa menjadi bahan dasar plastik terdegradasi seperti poli laktat, poli hidroksialkanoat dan poli hidroksibutirat. Dengan demikian bakteri patogen hasil isolasi dari benih padi dan kedelai tidak dapat membentuk PHB sehingga diduga kuat merupakan bakteri dari genus *Pseudomonas*.

Hasil karakterisasi baik morfologi maupun fisiologi menunjukkan bahwa kedua bakteri patogen tersebut mempunyai ciri yang sama (Tabel 1-3) seperti yang dipunyai *Pseudomonas* sp., sehingga bakteri tersebut dikelompokkan ke dalam genus *Pseudomonas* sp. Beberapa hal yang menunjukkan bahwa kedua bakteri patogen tersebut diduga kuat termasuk kelompok *Pseudomonas* sp. antara lain hasil uji tersebut sama dengan hasil uji yang dilaporkan Holt *et al.* (1994) dan beberapa peneliti lain terhadap beberapa patogen *Pseudomonas* sp. Sebagian besar *Pseudomonas* sp. dapat mengakumulasi PHB sebagai sumber karbon, tetapi *Pseudomonas*

*syringae* pathovars tidak dapat mengakumulasi PHB. Demikian juga dengan oksidase, walaupun sebagian besar *Pseudomonas* sp. dapat menghasilkan oksidase, tetapi *Pseudomonas syringae* pathovars tidak dapat menghasilkan oksidase. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang sama dengan yang dilaporkan Susilowati (2011) bahwa karakter morfologi dan fisiologi pada genus *Pseudomonas* adalah Gram negatif, bentuk batang, motil, aerobik, katalase positif, oksidase positif.

Agarwal dan Sinclair (1987) dan Hidayat *et al.* (2000) melaporkan kelompok bakteri patogen yang mungkin terdapat pada benih padi dan kedelai adalah *Pseudomonas* sp. dan *Xanthomonas* sp. Kedua kelompok bakteri tersebut dapat dibedakan dengan ada tidaknya xantomonadin. *Xanthomonas* sp. menghasilkan xantomonadin, sedang *Pseudomonas* sp. tidak. Xantomonadin dapat dihasilkan bila bakteri tersebut ditumbuhkan pada media YDC. Kedua bakteri patogen benih padi dan kedelai tidak menghasilkan xantomonadin setelah ditumbuhkan pada media YDC, maka diduga kedua bakteri tersebut termasuk dalam genus *Pseudomonas* sp.

Bakteri patogen benih yang disebabkan oleh *Pseudomonas* dan *Xanthomonas* dapat berpindah dari satu benih ke benih lainnya. Sutopo (2002) melaporkan bahwa beberapa contoh bakteri yang terdapat pada benih karena infeksi, antara lain: *Pseudomonas*. *Pseudomonas* yang menginfeksi tanaman dapat masuk ke dalam benih melalui lubang-lubang alamiah atau masuk melalui retakan yang terjadi pada benih waktu perontokan. Ilyas *et al.* (2008) melaporkan bahwa penyakit yang banyak menyerang tanaman padi di Indonesia adalah hawar daun bakteri dan merupakan patogen terbawa benih (*seedborne*). Neergaard (1977) menginformasikan bahwa sekitar 90% penyakit pada tanaman pangan ditularkan melalui benih. Di Amerika serangan bakteri *Pseudomonas syringae* pv. *glycine* pada benih kedelai dapat menghambat perkecambahan sampai 68%. Sigeo (1993) melaporkan bahwa kepadatan populasi patogen berpengaruh terhadap munculnya penyakit. Penyakit bercak daun yang diakibatkan *Pseudomonas syringae* pv. *glycine* bila kepadatan populasi berjumlah  $10^4$  cfu/ml.

## SIMPULAN

Karakterisasi uji morfologi dan fisiologi bakteri patogen yang telah dilakukan pada masing-masing benih padi dan kedelai sampel asal kebun percobaan jurusan Teknologi Benih IPB-Darmaga hanya didapatkan satu macam bakteri, yang diduga kuat kedua bakteri tersebut termasuk ke dalam genus *Pseudomonas* sp.

## REFERENSI

- [Anonim]. (2002). *Evaluasi kerusakan tanaman padi dan kedelai karena organisme pengganggu tumbuhan tahun 2001*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman.
- Agarwal, V.K & Sinclair, J.B. (1987). *Principles of seed pathology*. Florida: Boca Raton.
- [BPS] Biro Pusat Statistik. (2002). *Statistik Indonesia: Statistical Year Book of Indonesia 2001*. Jakarta.
- Feliatra, Efendi, I., & Suryadi, E. (2004). Isolasi dan identifikasi bakteri probiotik dari ikan kerapu macan (*Ephinephelus fuscogatus*) dalam upaya efisiensi pakan ikan. *Natur Indonesia*, 6(2), 75-80.
- Hidayat, R.J, Harnoto, Mahmud, M., & Sumarno. (2000). *Teknologi produksi benih kedelai*. Puslitbangtan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Holt, J.G, Krieg, N.R, Sneath, P.H.A, Staley, J.T., & William, S.T. (1994). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Ed ke-9. USA: Williams & Wilkins.

- Ilyas, S, Sudarsono, Nugraha, U. S, Kadir, T. S, Yukti, A. M., & Fiana Y. (2008). *Teknik pengujian kesehatan dan mutu benih padi*. Laporan Hasil Penelitian. Institut Pertanian Bogor Bekerjasama dengan Badan Litbang Pertanian, Deptan. 40 hal.
- Ismail, B., & Anggraeni, I. (2008). Identifikasi penyakit jati (*Tectona grandis*) dan akasia (*Acacia auriculiformis*) di hutan raya kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Pemuliaan Tanaman Hutan*, 2(1), 1-12.
- Margino, S. (2009). *Pengembangan pati sagu Indonesia: kajian kerusakan dan pemanfaatan untuk produksi bioplastik*. Laporan Akhir Hasil Penelitian Hibah Pascasarjana. Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Mustika, A.Y. (2009). *Efektivitas matricconditioning plus agens hayati dalam pengendalian patogen terbawa benih, peningkatan vigor dan hasil padi*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Neergaard, P. (1977). *Seed pathology*. New York: John Wiley & Sons..
- Pelczar MJ, & Chan ECS. (2008). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jilid 1. Hadioetomo dkk, penerjemah. Jakarta: UI press. Terjemahan dari: *Elements of Microbiology*.
- Rahayu, M., & Iriani, E. (1990). *Inventarisasi penyakit yang disebabkan bakteri pada tanaman pangan di Jawa Timur*. Puslitbangtan. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pangan.
- Schaad, N.W, Jones, J.B., & Chun, W. (2001). *Laboratory guide or identification of plant pathogenic bacteria*. USA: APS Pr.
- Semangun (1991). *Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ Pr.
- Sigee, D.C. (1993). *Bacterial plant pathology: cell and molecular aspects*. Cambridge: Great Britain Univ Pr.
- Susilowati, A. (2011). *Karakterisasi fisiologi dan genetik Pseudomonas sp. sebagai biokontrol penyakit cendawan tular tanah pada tanaman kedelai*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Sutopo, L. (2002). *Teknologi Benih*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Suwarsih. (2011). Isolasi dan identifikasi bakteri probiotik dari ikan kerapu macan (*Ephinephelus fuscogatus*) dalam upaya efisiensi pakan ikan. *Prospektus, IX (1)*, 48-55.

## INDEKS JURNAL MATEMATIKA, SAINS, & TEKNOLOGI TAHUN 2013

acacia, 128  
*air temperature*, 11  
*algCEBMDC algorithm*, 2  
*algoritma algCEBMDC*, 1  
Algoritma EM, 84  
analisis data keadaan, 62, 63  
anggota kelompok tani, 64, 71  
asal bahan stek, 107, 109, 111, 112  
bakteri patogen, 135  
bau, 37, 41  
benih, 135, 141  
bibit, 128  
BIC, 84  
*catalytic supplement*, 101  
*change in average*, 11  
*characteristics*, 2  
*community participation*, 49  
*course mapping*, 74  
curah hujan, 11  
danau UT, 119, 120  
*data analysis situation*, 63  
efektifitas, 101  
*effectiveness*, 101  
*EM algorithm*, 84  
*interrelationship between courses*, 74  
*isolasi*, 135  
*isolation*, 135  
kambing PE, 101, 104  
keterkaitan materi mata kuliah, 73, 83  
*K-mean clustering method*, 84  
kompleksitas, 1  
*lake UT*, 120  
*leaf cuttings growth*, 108  
*lemongrass*, 37, 38  
lidah mertua, 107  
*liquid fertilizer*, 38  
*management process*, 49  
*mathematical model*, 74  
Metode berdasarkan model, 84  
Metode K-mean, 84



*Metode Ward*, 84  
*microalgae*, 119  
mikroalga, 119, 122  
model matematis, 73  
*model-based clustering method*, 84  
*morfologi-fisiologi*, 135  
*morphology-physiology*, 135  
*mother-in-law's tongue*, 108  
multicote, 128  
*pathogenic bacteria*, 135  
pemetaan mata kuliah, 73  
peran serta, 48  
pertumbuhan stek daun, 107  
perubahan rata-rata, 11, 25  
proses pengelolaan, 48  
*Pseudomonas sp.*, 135  
*pupuk cair*, 37  
*rainfall*, 11  
rencana studi, 73  
rootone-F, 108  
*sereh*, 37, 39, 40, 42, 44  
suhu udara, 11, 19, 116  
suplemen katalitik, 102  
SWOT, 59  
*the origin of cuttings*, 107

**INDEKS PENULIS JURNAL MATEMATIKA, SAINS & TEKNOLOGI  
TAHUN 2013**

Asmara Iriani Tarigan  
Akhmad Fadholi  
Argadatta Sigit  
Budi Prasetyo  
Elfarisna  
Dian Agustina  
Diarsi Eka Yani  
Lussana Rossita Dewi  
Elizabeth Novi Kusumaningrum  
Ludivica Endang Setijorini  
Lilian Sarah Hiariey  
Sitta Alief Farihati  
Nurhasanah  
Hedi Heryadi  
Inggit Winarni  
Susi Sulistiana  
Timbul Pardede  
Pepi Rospina Pertiwi  
Dyah Paminta Rahayu  
Nasti Rostini Romeon

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih dan penghargaan kepada para pakar/mitra bestari/rekan setara yang telah diundang sebagai penelaah oleh Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi dalam Volume 14 Tahun 2013. Berikut ini adalah daftar nama pakar/mitra bestari/rekan setara yang berpartisipasi:

**Djati Kerami**, FMIPA, Universitas Indonesia

**Herman**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Nurul Huda**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Lina Warlina**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Sri Listyarini**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Ida Malati Sajati**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Subekti Nurmawati**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Endang Nugraheni**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Bambang Deliyanto**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Dyah Paminta Rahayu**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Ludivica E. Setijorini**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Elizabeth Novi K**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Diarsih Ekayani**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Hurip Pratomo**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Dina Mustafa**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Sitta Alif**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Inggit Winarni**, FMIPA, Universitas Terbuka

**Suminar Setiati Achmadi**, Institut Pertanian Bogor