

**MODEL EPIDEMI PENYAKIT TANAMAN :
HUBUNGAN FAKTOR LINGKUNGAN TERHADAP LAJU INFEKSI DAN
POLA SEBARAN PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora maydis*)
PADA TANAMAN JAGUNG DI KABUPATEN JOMBANG**

Model Plant Diseases Epidemic : Environmental Factors Related to The Rate of Infection and Distribution Patterns Downy Mildew (*Peronosclerospora maydis*) of Corn In Jombang

Dodi Setyo Purwanto¹, Herry Nirwanto² dan Sri Wiyatiningsih²

¹⁾ Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian

²⁾ Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jatim

ABSTRAK

Tanaman jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman penghasil karbohidrat yang terpenting selain padi. Salah satu faktor kendala yang dapat menimbulkan kerugian sangat besar pada tanaman jagung adalah penyakit bulai atau *downy mildew* yang disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora* sp. Kerugian karena penyakit ini dapat mencapai kerugian 90% sampai 100%. Penyebaran penyakit bulai pada tanaman jagung dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah ; faktor lingkungan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap laju infeksi dan pola sebaran penyakit bulai pada tanaman jagung. Penelitian ini dilaksanakan di kabupaten Jombang, dengan pertimbangan, setiap tahun dilaporkan telah terjadi serangan bulai. Penelitian di lakukan dengan metode survey, kriging, dan wawancara pada petani. Hasil dari penelitian ini adalah ; Faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap laju infeksi berturut-turut adalah kecepatan angin, kelembaban, dan suhu. Pola sebarannya adalah acak. inokulum di sekitar lokasi juga berpengaruh terhadap perkembangan penyakit melalui arah angin. Hasil kesimpulan didapatkan bahwa faktor lingkungan yang berpengaruh pada laju infeksi penyakit bulai pada adalah kecepatan angin. Model epidemi penyakit tanaman adalah $Y = -0.003 + 0.246 x_1 + 0.563 x_2 + 0.752 x_3$.

Kata kunci ; Jagung, Penyakit bulai.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays*) is a carbohydrate that is the most important crop than rice. One limiting factor that can cause huge losses are downy mildew or downy mildew caused by the fungus *Peronosclerospora* sp. Losses due to the disease can achieve a loss of 90% to 100%. The spread of downy mildew on maize is affected by several factors, one of which is; environmental factors. The research objective was to determine the effect of each environmental factor on the rate of infection and the distribution pattern of downy mildew on corn. This research was conducted in Jombang district, with consideration, every year is reported to have occurred downy mildew attack. Research done by survey method, kriging, and interviews on farmers. The results of this study are; Environmental factors that most influence on the rate of infection in a row is the wind speed, humidity, and temperature. The pattern of its distribution is random. inoculum around a location also affect the development of the disease through the wind direction. The conclusion shows that the environmental factors that affect the rate of infection of downy mildew on is the wind speed. Model plant disease epidemics is $Y = -0.003 + 0.246 x_1 + 0.563 x_2 + 0.752 x_3$.

Keywords ; Corn, downy mildew disease.

PENDAHULUAN

Tanaman jagung yang dalam bahasa ilmiahnya disebut *Zea mays*, adalah salah satu jenis tanaman biji-bijian yang menurut sejarahnya berasal dari Amerika. Orang-orang Eropa yang datang ke Amerika membawa benih jagung tersebut ke negaranya. Melalui Eropa, tanaman jagung terus menyebar ke Asia dan Afrika. Baru sekitar abad ke-16 tanaman jagung ini dibawa oleh bangsa Portugis ke Pakistan, Tiongkok, dan daerah-daerah lainnya di Asia termasuk Indonesia (Wirawan dan Wahab, 2007). Tanaman jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu tanaman pangan yang terpenting. Juga di Indonesia tanaman jagung merupakan komoditi andalan selain padi. Daerah penghasil tanaman jagung adalah Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Madura, Daerah Istimewa Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Maluku. Khusus daerah Jawa Timur dan Madura, tanaman jagung dibudidayakan cukup intensif karena tanah dan iklimnya sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman jagung (Warisno, 2007).

Penelitian ini dilaksanakan di kabupaten Jombang, dengan pertimbangan bahwa Kabupaten Jombang adalah salah satu daerah pertanaman jagung terbesar di Jawa Timur. Hampir setiap wilayah kecamatan di Kabupaten Jombang terdapat tanaman jagung sepanjang tahun. Tetapi meskipun begitu hasil produksi belum bisa maksimal. Kendala utama petani tanaman jagung di kabupaten Jombang adalah penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora maydis*. Setiap tahun dilaporkan telah terjadi serangan bulai. Hal ini menyebabkan kerugian bagi petani, mulai dari produksi yang kurang maksimal hingga gagal panen. Tanaman jagung dapat ditanam sepanjang tahun karena iklim tropis, memberikan panas matahari sepanjang tahun, yang mendukung metabolisme tanaman. Namun meskipun begitu hasil produksi tanaman jagung dalam negeri masih belum mencukupi kebutuhan. Tiap tahun pemerintah harus mengimpor dari luar negeri, hal ini disebabkan oleh faktor kendala yang menjadi penyebab tidak maksimalnya produksi jagung, diantaranya ; Semakin berkurangnya lahan pertanian yang di alih fungsikan menjadi bangunan, sarana, dan prasarana lainnya. Pendidikan petani di Indonesia yang rata-rata masih rendah, hal ini menyebabkan sulitnya penguasaan teknologi budidaya dari penyuluhan pertanian yang ada. Belum meratanya pemenuhan benih unggul tahan hama, penyakit, dan cekaman lingkungan. Penggunaan pupuk dan pestisida kimiawi dalam jangka panjang menyebabkan tanah pertanian semakin miskin. Serangan hama dan penyakit tanaman yang belum teratasi.

Salah satu faktor kendala yang terkenal di kalangan petani jagung, yang dapat menimbulkan kerugian sangat besar bagi pertanaman jagung di Indonesia adalah penyakit bulai atau *downy mildew*. Kerugian karena penyakit ini dapat mencapai kerugian hingga 90% (Silitonga *dkk.*, 2007). Penyakit bulai jagung perlu mendapatkan perhatian khusus karena sampai saat ini belum tersedia varietas tahan dan teknik pengendalian yang memuaskan. Perbaikan sifat ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai telah banyak dilaporkan, namun belum diperoleh varietas yang benar-benar tahan. Varietas unggul saat ini lebih mengedepankan produktifitas, kualitas gizi yang lebih baik, toleran stress lingkungan, dan sisa biomassa yang tetap hijau (*still green*) untuk keperluan pakan ternak. Kombinasi sifat-sifat tersebut terbukti mampu meningkatkan hasil, tetapi belum mampu mengatasi penyakit bulai (Suswanto *dkk.*, 2008). sehingga penyakit ini menyebabkan penanaman jagung mengandung resiko yang tinggi.

Penyakit bulai dapat menyerang tanaman jagung mulai dari fase awal pertumbuhan hingga umur lebih dari 21 hari setelah tanam (*hst*). Gejala dapat ditandai dengan adanya klorotik pada daun, tulang daun dan warna daun pucat, tanaman kerdil, dan tidak dapat melangsungkan proses tumbuh. Tanaman dewasa yang terserang penyakit tersebut tidak dapat menghasilkan serbuk sari sehingga tanaman tidak menghasilkan buah. Tanaman yang terinfeksi bulai pada umur kurang dari satu bulan tidak dapat meneruskan proses tumbuh dan secara perlahan akan mati (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

Penyebaran penyakit bulai dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya ; Jarak tanaman, merupakan masalah praktis dilapangan dimana sangat menentukan dalam usaha meningkatkan hasil. Selain itu semakin dekat jarak tanam akan mempengaruhi perkembangan penyakit menjadi lebih tinggi. Varietas yang ditanam sangat mempengaruhi perihal kerentanan atau ketahanannya terhadap penyakit (Nina, 2007). Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perkembangan penyakit terbagi menjadi faktor biotik dan abiotik. faktor biotik meliputi ; tanaman inang, inokulum penyakit. Sedangkan faktor aktor abiotik meliputi ; curah hujan, suhu, kecepatan angin, dan kelembaban. Faktor lingkungan harus sesuai bagi perkembangan patogen dalam siklus penyakit seperti pelepasan spora dan penyebarannya. Apabila lingkungan lebih menguntungkan patogen maka perkembangan penyakit dapat dengan pesat dan berulang kali serta dalam waktu yang lama, sehingga terjadi epidemi (Nurhayati, 2011). Kerugian karena penyakit ini dapat mencapai 90% (Silitonga *dkk.*, 2007).

Penyakit bulai jagung perlu mendapatkan perhatian khusus karena sampai saat ini belum tersedia varietas tahan dan teknik pengendalian yang memuaskan. Perbaikan sifat ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai telah banyak dilaporkan, namun belum diperoleh varietas yang benar-benar tahan. Varietas unggul saat ini lebih mengedepankan produktifitas, kualitas gizi yang lebih baik, toleran stress lingkungan, dan sisa biomassa yang tetap hijau (still green) untuk keperluan pakan ternak. Kombinasi sifat-sifat tersebut terbukti mampu meningkatkan hasil, tetapi belum mampu mengatasi penyakit bulai (Suswanto *dkk*, 2008). sehingga penyakit ini menyebabkan penanaman jagung mengandung resiko yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 2015 di lahan pertanaman jagung milik petani yang terletak di wilayah kabupaten Jombang. Petak penelitian terletak di Kecamatan Jogoroto, Kabupaten Jombang, dengan rincian koordinat lokasi sbb ; Petak 1. 7°35" 58.35" S dan 112°17" 24.35" E, Petak 2.

7°35" 59.86" S dan 112°17" 25.84" E, dan Petak 3. 7°36" 01.12" S dan 112°17" 26.79" E.

Daerah ini terletak pada ketinggian 44 MDPL, dan termasuk dataran rendah. Sementara pengamatan spora dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" " Jawa Timur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ; alat pengamatan lapangan thermohigrometer, anemometer, kayu untuk menandai, meteran, kamera digital, alat pencatat, Komputer untuk keperluan analisis data, pelaporan, dan dokumentasi. Alat pengamatan mikroskopis berupa mikroskop, cawan petri, pipet, gelas ukur, objek glass, kaca preparat, scalpel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ; sampel tanaman jagung varietas Bisi 18 pada lahan, daun tanaman jagung terinfeksi, peta wilayah jombang, aquades steril. Penelitian dilakukan menggunakan metode survei dilakukan untuk menentukan lokasi petak sampel yang di curigai terserang penyakit bulai, diawali dengan menentukan tanaman yang berusia muda melalui pengamatan di lahan pertanaman jagung. Dilakukan juga pengukuran intensitas penyakit dan pengukuran faktor lingkungan. Sementara di luar petak sampel dilakukan penghitungan tanaman sakit yang berdekatan dengan inokulum dengan persebarannya yang di pengaruhi oleh arah angin, dengan cara menghitung sampel 25 tanaman ke arah utara dan timur dari inokulum, dengan jarak 1,5 meter. Hal ini dimaksudkan sebagai data tambahan untuk analisis variogram. Wawancara kepada

petani pemilik lahan juga dilakukan untuk memperoleh informasi tentang sejarah lahan, budidaya tanaman yang meliputi ; varietas, umur tanaman, pola tanam, dan cara penyiraman sebagai data tambahan. Variabel pengamatan dalam penelitian ini ada 5. Yaitu : Intensitas penyakit, pola sebaran bulai jagung, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian hubungan faktor lingkungan terhadap laju infeksi dan pola sebaran penyakit bulai pada tanaman jagung di kabupaten jombang adalah sebagai berikut :

Pengamatan mikroskopis.

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis yang dilakukan dengan perbesaran 10 x 100, diperoleh bentuk morfologi patogen sebagai berikut : konidia yang berbentuk oval, *P. maydis* memiliki bentuk konidia yang bulat sferikal-subsferikal, sedangkan untuk *P. philippinensis* memiliki konidia yang berbentuk ovoid semacam bulat telur dan hampir bulat pada ujungnya (CIMMYT, 2010). Hal ini sejalan juga dengan pernyataan Wakman dan Kontong (2002) bahwa bentuk konidia isolat *Peronosclerospora* yang berasal dari Pemalang (JawaTengah) berbentuk bulat yang seperti yang dimiliki oleh spesies *P. maydis* sedangkan konidia isolat Sidrap (Sulawesi Selatan) berbentuk bulat lonjong seperti yang umumnya ditemukan pada spesies *P. philippinensis*. Selanjutnya Wakman et al., (2006), melaporkan bahwa di Indonesia terdapat tiga spesies penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung yaitu *P. maydis* yang tersebar di pulau Jawa dan Kalimantan, *P. philippinensis* yang tersebar di pulau Sulawesi dan *P. sorghi* yang tersebar di pulau Sumatera.

Penyakit bulai pada jagung di Jombang disebabkan oleh *Peronosclerospora sp.* yang memiliki konidia berbentuk bulat seperti bola dan menyerupai konidia *P. maydis*. Penyakit bulai pertama kali di Indonesia ditemukan di pulau Jawa yang disebabkan oleh *P.maydis* sehingga spesies ini masih endemik di pulau Jawa termasuk Jombang, Penyebaran penyakit bulai di Indonesia pertama kali dijumpai di pulau Jawa sejak tahun 1897. dilaporkan terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Yogyakarta (Raciborski, 1900).

Intensitas Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung.

Intensitas penyakit bulai pada tanaman jagung di lapangan diketahui dengan metode survei pada petak sampel yang berjumlah tiga petak. Pengamatan dilakukan

setiap lima hari sekali, pada tanaman jagung varietas Bisi 18 yang berusia 15-45 HST. Hasil penghitungan intensitas penyakit dapat dilihat pada (Tabel 1).

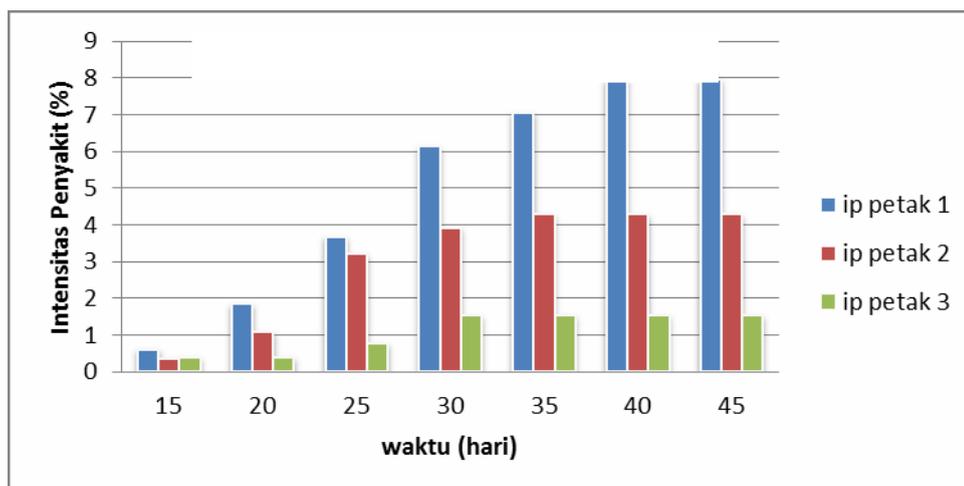
Tabel 1. Intensitas Penyakit bulai pada tanaman jagung (Intensitas terhadap waktu (T)).

LOKASI	INTENSITAS (%)						
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
PETAK 1	0.61	1.84	3.68	6.13	7.05	7.97	7.97
PETAK 2	0.35	1.07	3.21	3.92	4.28	4.28	4.28
PETAK 3	0.38	0.38	0.76	1.53	1.53	1.53	1.53

Berdasarkan hasil wawancara pada petani, Varietas Bisi 18 adalah varietas yang selama ini paling tahan terhadap serangan bulai. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penyakit bulai mampu menginfeksi tanaman jagung varietas Bisi 18.

Penanaman jagung di sekitar lokasi umumnya menggunakan benih varietas Bisi 18, hal ini dimaksudkan untuk menekan serangan penyakit bulai. Varietas tahan akan lebih lambat terinfeksi dibandingkan dengan varietas yang rentan (Zadoks and Schein, 1979). Meskipun begitu, ditemukan beberapa petak yang ditanami varietas Avanta, karena harapan beberapa petani, bahwa varietas Avanta lebih tinggi dalam berproduksi, namun lebih rentan dibandingkan dengan varietas Bisi 18.

Rata-rata intensitas penyakit bulai pada ketiga petak lokasi masih berkisar rendah, yang tertinggi terjadi pada petak 1 yaitu sebesar, 5.03 %, selanjutnya petak 2 sebesar, 3.05 %, dan yang paling rendah adalah petak 3 sebesar, 1.09 %.



Gambar 1. Grafik Intensitas penyakit pada ketiga petak penelitian

Hal ini di pengaruhi oleh letak inokulum dan arah angin yang sering menuju ke arah utara. Posisi petak 1 adalah di sebelah utara dari lahan inokulum. Lahan inokulum ini sendiri adalah lahan milik petani yang di tanami varietas Avanta, hampir seluruh tanaman pada lahan seluas 200 m² tersebut terinfeksi bulai dan di pastikan gagal

panen. Menurut Zadoks and Schein (1979) dalam Suswanto (2009) menyatakan Spora *P. maydis* di lahan inokulum diterbangkan oleh angin, karena angin merupakan agen penyebar secara efektif suatu penyakit tanaman.

Penyakit bulai menyerang tanaman pada usia muda (Tabel 1), bahwa infeksi jamur *Peronosclerospora maydis* berhenti pada usia tanaman 40 HST. Penyakit dapat dikenali dengan terbentuknya struktur jamur menyerupai tepung pada permukaan daun. Umumnya petani kurang menghiraukan keberadaan tanaman sakit dan dipertahankan sampai dewasa. Hal ini berarti keberadaan sumber inokulum bulai sebenarnya dengan mudah dapat dijumpai di pertanaman jagung, sementara petani juga tidak melakukan tindakan pengendalian penyakit. Meskipun demikian, penyakit bulai tidak serta merta dapat berkembang ke arah epidemi. Hasil pengamatan ini memberi gambaran terdapat faktor kendali yang dapat menekan perkembangan bulai antara lain berupa ketahanan terhadap bulai akan meningkat saat tanaman memasuki fase generatif dan perkembangan penyakit secara intensif harus didukung dengan kondisi cuaca yang menguntungkan bagi penyakit (Suswanto *et al*, 2008).

Hubungan antara Laju Infeksi dengan Faktor Lingkungan.

Laju infeksi bulai pada tanaman jagung diketahui dengan rumus Van Der Plank (1963), dengan memasukkan data Intensitas penyakit dan waktu. Hasil penghitungan laju infeksi penyakit dapat dilihat pada (Tabel 2).

Tabel 2 : Laju infeksi penyakit bulai pada tanaman jagung.

LOKASI	LAJU INFEKSI (per unit per hari)						
	X0-X1	X1-X2	X2-X3	X3-X4	X4-X5	X5-X6	X0-X6
PETAK 1	0.0019	0.0026	0.0046	0.0018	0.0023	0	0.0025
PETAK 2	0.0019	0.0026	0.0023	0.00046	0	0	0.0012
PETAK 3	0	0.00078	0.00059	0	0	0	0.00032

Dari data laju infeksi di atas (Tabel 2) kemudian di analisis menggunakan *software* SPSS. Hasil perhitungan analisis statistika regresi dan sidik lintas (Lampiran 4) menunjukkan bahwa pengaruh berbagai faktor lingkungan terhadap laju infeksi penyakit bulai pada tanaman jagung di lahan percobaan berturut-turut sebagai berikut (Tabel 3).

Tabel 3 : Regresi faktor lingkungan terhadap laju infeksi.

SAMPEL	WAKTU	MODEL	R ²	KETERANGAN
Petak 1	Pagi	Tidak Signifikan	—	Tidak Berpengaruh Nyata
Petak 1	Sore	$Y = 0.019 + 1.776x_1 - 6.250x_2 + 6.020x_3$	0.87	x1 = Suhu (C°) x2 = Kelembaban (%) x3 = Kecepatan Angin (m/s)
Petak 2	Pagi	Tidak Signifikan	—	Tidak Berpengaruh Nyata
Petak 2	Sore	Tidak Signifikan	—	Tidak Berpengaruh Nyata
Petak 3	Pagi	$Y = -0.05 + 491x_2 - 760x_3$	0.96	x2 = Kelembaban (%) x3 = Kecepatan Angin (m/s)
Petak 3	Sore	$Y = 0.015 - 0.963x_1 - 0.821x_2 - 0.900x_3$	0.87	x1 = Suhu (C°) x2 = Kelembaban (%) x3 = Kecepatan Angin (m/s)

Uraian pada bagian ini membahas tentang hubungan antara laju infeksi penyakit dengan berbagai komponen penyakit seperti faktor lingkungan secara matematis. Intensitas penyakit (Y) sebagai *dependent variable* dan komponen-komponen penyakit (x) sebagai *independent variable*. Pada tabel petak 1 (pagi), petak 2 (pagi), dan petak 2 (sore) menjelaskan bahwa hasil analisis dengan *software* SPSS tidak signifikan. Hal ini dikarenakan penelitian survei pertanian berbeda dengan penelitian menggunakan perlakuan. Survei sampling artinya kegiatan survei yang menggunakan pengamatan dengan mengambil titik-titik yang tidak meliputi keseluruhan. Di sini maksudnya adalah tidak semua unit analisis dalam populasi diamati satu per satu, akan tetapi hanya sebagian saja, yang diwakili oleh sampel. Hal ini berbeda dengan penelitian menggunakan perlakuan dimana semua unit analisis dalam populasi diamati satu persatu, sehingga untuk signifikansi penelitian survei lebih rendah dari penelitian menggunakan perlakuan.

Analisis regresi pada petak 1 (sore) diperoleh model regresi sebagai berikut ; $Y = 0.019 + 1.776x_1 - 6.250x_2 + 6.020x_3$. Yang dapat diartikan suhu dan kecepatan angin bernilai positif, maka laju infeksi akan semakin tinggi jika keduanya bernilai besar, sebaliknya kelembaban bernilai negatif, akan memperbesar laju infeksi jika nilainya semakin kecil. Dengan standar determinasi (R²) sebesar 0.874.

Pada petak 3 (pagi) diperoleh model regresi sebagai berikut ; $Y = -0.05 + 491x_2 - 760x_3$. Laju infeksi akan semakin tinggi jika nilai suhu semakin besar dan nilai kecepatan angin semakin kecil. Dengan standar determinasi (R²) sebesar 0.962.

Pada petak 3 (sore) diperoleh persamaan regresi linear berganda sebagai berikut ; $Y = 0.015 - 0.963x_1 - 0.821x_2 - 0.900x_3$. yang dapat diartikan suhu, kelembaban dan kecepatan angin bernilai negatif, akan memperbesar laju infeksi jika nilai ketiganya semakin kecil. Dengan standar determinasi (R^2) sebesar 0.874. Hal ini mengisyaratkan ada faktor lain yang lebih besar pengaruhnya terhadap laju infeksi pada petak 3. Berdasarkan wawancara, faktor lain yang diduga mempengaruhi laju infeksi adalah pengairan dari sungai yang dilakukan petani setiap 12 hari sekali, selama 24 jam menggunakan diesel air. Perkecambahan diperlukan suhu yang sesuai dan kelembaban dalam bentuk lapisan air pada permukaan tanaman atau tanah. Keadaan basah atau bentuk lapisan air ini harus berlangsung cukup lama hingga patogen mampu masuk atau melakukan penetrasi ke dalam sel atau jaringan. Jika hanya berlangsung sebentar maka patogen akan kekeringan dan mati, sehingga gagal melakukan serangan (Purnomo, 2006).

Hasil analisis sidik lintas menunjukkan bahwa pengaruh faktor lingkungan yang paling besar terhadap laju infeksi penyakit bulai tanaman jagung adalah kecepatan angin dengan nilai lintas (Tabel 4).

Tabel 4 : Sidik lintas faktor lingkungan terhadap laju infeksi.

Variabel	Koefisien jalur	R^2
Petak 1 Sore		
x1 ($r_{x_2x_1}$)	-1.698	0.874
x1 ($r_{x_3x_1}$)	-1.111	
x1 ($r_{y_{x1}}$)	0.345	
x2 ($r_{x_1x_2}$)	-1.698	
x2 ($r_{x_3x_2}$)	-35.96	
x2 ($r_{y_{x2}}$)	1.402	
x3 ($r_{x_1x_3}$)	-1.111	
x3 ($r_{x_2x_3}$)	-35.96	
x3 ($r_{y_{x3}}$)	-0.831	
Petak 3 pagi		
x2 ($r_{x_3x_2}$)	-0.202	0.962
x2 ($r_{y_{x2}}$)	0.084	
x3 ($r_{x_2x_3}$)	-0.202	
x3 ($r_{y_{x3}}$)	0.164	
Petak 3 sore		
x1 ($r_{x_2x_1}$)	-0.585	0.874
x1 ($r_{x_3x_1}$)	-0.185	
x1 ($r_{y_{x1}}$)	0.157	
x2 ($r_{x_1x_2}$)	-0.585	
x2 ($r_{x_3x_2}$)	-0.158	
x2 ($r_{y_{x2}}$)	-0.069	

x3 (r _{x1x3})	-0.186
x3 (r _{x2x3})	0.058
x3 (r _{yx3})	0.682

R² yang paling besar di tunjukkan pada kolom petak 3 pagi sebesar 0.962, hal itu menjadi tolak ukur utama menentukan faktor yang paling berpengaruh, kemudian melihat kolom koefisien jalur, dimana angka terbesar ditunjukkan oleh kecepatan angin.

Hal ini sesuai dengan hipotesis yang di ajukan, di karenakan penelitian di lakukan pada musim kemarau, di mana pada musim kemarau kecepatan angin berkisar lebih tinggi daripada musim penghujan. Pada bulan kering kecepatan angin merupakan pemicu utama untuk pembebasan spora. Dengan kecepatan angin yang tinggi, spora dapat dibebaskan secara paksa dari pendukungnya dan kemudian memencarkannya, pemencaran konidium didukung oleh tingginya suhu dan sinar matahari dengan intensitas dan waktu yang lama serta menurunnya kelembaban udara (Tantawi, 2007).

Turbulensi di udara dapat meningkatkan pembebasan spora dari pendukungnya dan sekaligus penyebarannya, tetapi bagaimana rincinya masih belum dispesifikasikan. Spora tidak terlepas secara terus-menerus dengan meningkatnya kecepatan angin, tetapi cukup banyak juga spora yang dapat terlepas dengan kecepatan angin yang minimum untuk suatu jenis jamur tertentu (Ailor, 1978).

Kelembababan cenderung kecil pengaruhnya dikarenakan musim kering, pengaruh kelembaban akan semakin besar terhadap perkembangan jamur patogen jika dalam bentuk hujan atau embun (Purnomo, 2007).

Kelembaban optimum untuk perkembangan jamur *Peronosclerospora maydis* berkisar lebih dari 90 % (Semangun, 1991). Sementara pada hasil data yang diperoleh hanya berkisar rata-rata 75 % di pagi hari dan 40 % di sore hari.

Suhu memberikan pengaruh yang paling kecil terhadap laju infeksi penyakit bulai jagung. Suhu untuk pertumbuhan optimum yang di kehendaki oleh jamur *Pherosclerospora maydis* adalah dibawah 24 °C (Semangun, 1991). Sementara data suhu yang diperoleh rata-rata berkisar diatas 24 °C di pagi hari dan 33 °C di sore hari.

Hubungan antara Pola Sebaran dengan Faktor Lingkungan.

Hasil analisis runs untuk mengetahui pola sebaran penyakit bulai pada tanaman jagung adalah sebagai berikut (Tabel 5).

Tabel 5 : Pola sebaran pada ketiga petak lokasi (Pola sebaran terhadap waktu).

Lokasi	Pola sebaran						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Petak 1	S	S	S	S	S	S	S
Petak 2	S	TS	TS	TS	TS	TS	TS
Petak 3	S	S	S	S	S	S	S

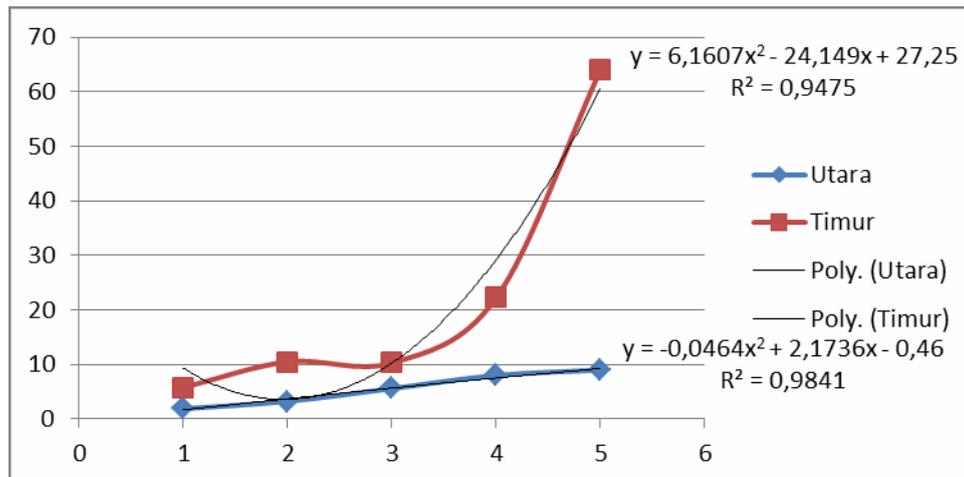
Keterangan : S = signifikan, TS = tidak signifikan

Pola sebaran penyakit bulai pada tanaman jagung petak 1 dan petak 3 mulai waktu pengamatan pertama sampai yang pengamatan ke tujuh, berturut-turut menunjukkan pola sebaran yang acak yang dituliskan dengan nama signifikan pada tabel analisis. Kemungkinan besar penyakit bulai pada tanaman jagung di lokasi penelitian ditularkan melalui udara (air-borne), di karenakan benih yang di tanam merupakan benih tahan. Pola sebaran penyakit secara acak merupakan pola yang sangat umum terjadi pada beberapa kasus serangan patogen pada suatu lahan pembudidayaan tanaman. Sesuai dengan namanya, patogen menyerang penyakit dengan pola acak dan jika frekuensi tanaman yang terjangkit penyakit dihitung secara statistik per luasan area maka akan mengikuti pola Poisson. Pola ini umumnya disebabkan oleh patogen tular benih (seed-borne) maupun tular udara (air-borne) yang bisa berasal dari lokasi yang relatif jauh (Brown, 1997).

Adapun di petak 2 ada pola sebaran yang tak acak adalah pola sebaran Tambal (Patch) Penyebaran penyakit berpola tambal berbeda dengan pola sebaran agregasi, pola pada penyebaran ini tidak berawal secara acak di suatu lahan yang kemudian menyebar membentuk pola agregat dan meninggalkan beberapa zona terinfeksi secara ringan. Pola tambal bisa di sebabkan oleh genangan air, pola tambal berawal disuatu zona lahan yang kemudian infeksiya menyebar ke arah tertentu dan tidak menginfeksi zona lainnya (Brown, 1997).

Hubungan antara penyakit bulai tanaman jagung dengan inokulum.

Inokulum dan arah angin sangat mempengaruhi perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung di lapangan. Hasil analisis variogram sederhana secara manual (Lampiran 6) menunjukkan hubungan antara letak inokulum dan pengaruh arah angin terhadap jarak infeksi suatu patogen, didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan Inokulum terhadap dan arah angin terhadap jarak infeksi.

Inokulum terletak di sebelah selatan petak 1 dan sebelah barat petak 2. Grafik menunjukkan arah utara cenderung tetap pada kisaran angka yang tak jauh berbeda, dapat diartikan perubahan infeksi cenderung tetap dari inokulum sampai jarak 7,5 meter. Jika infeksi cenderung tetap maka arah angin berpengaruh besar terhadap perkembangan patogen.

Pada grafik timur, angka cenderung cepat berubah drastis dan mengalami perbesaran, dapat diartikan semakin jauh jaraknya dari inokulum infeksi semakin tidak ada. Karena arah angin bukan menuju ke timur. Arah angin berhembus menuju ke arah utara, dan menerbangkan spora *Peronosclerospora maydis* ke petak 1, jadi dapat di asumsikan petak 1 lebih parah terkena serangan penyakit bulai daripada petak 2 dan 3. Hal ini sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Arah hembusan angin sangat menguntungkan bagi jamur patogen, seperti jamur yang menghasilkan spora dimana letak sporanya di permukaan daun atau agak menonjol di permukaan tanaman. Adanya hembusan angin akan menerbangkan spora-spora tersebut menuju tanaman inang baru sesuai dengan arah angin. Namun demikian hembusan angin yang terlalu kencang juga diketahui dapat mempercepat keringnya permukaan tanaman, sehingga bila ada patogen yang sedang dalam proses infeksi dapat menggagalkan proses tersebut (Nurhayati, 2011).

Dari kajian variogram ini dapat diambil alternatif pengendalian dengan tanaman pembatas tiap beberapa meter jarak tanam dengan varietas yang tahan ataupun jenis tanaman lain, yang berfungsi sebagai penghalang menyebarnya spora jamur patogen melalui arah angin.

Model Epidemologi Penyakit

Model epidemologi penyakit adalah salah satu cara meramalkan suatu kejadian penyakit tanaman berdasarkan variabel-variabel yang di dapat dari survei. Data di analisis keseluruhan tanpa batasan petak, kemudian di rangkai dan dilakukan percobaan secara langsung, di kalikan, ataupun di pangkatkan antara variabel, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh pengaruh paling tinggi yang dilambangkan dengan (R^2), dari analisis didapatkan model sebagai berikut; (Tabel 6).

Tabel 6 : Model Epidemologi Penyakit

No	MODEL	R^2	Variabel
1	$Y = -0.003 + 0.246 x_1 + 0.563 x_2 + 0.752 x_3$	0.97	$(X_1 X_2 X_3)$
2	$Y = -0.005 + 0.216 x_1 + 0.491 x_2 - 0.760 x_3$	0.96	$(X_1 X_2 X_3)$
3	$Y = -0.005 + 0.536 x_2 - 0.602 x_3$	0.93	$(X_2 X_3)$
4	$Y = -0.001 + 0.353 x_1 - 1.059 x_3$	0.77	$(X_1 X_3)$
5	$Y = -0.006 - 0.231 x_1 + 0.776 x_2$	0.69	$(X_1 X_2)$
6	$Y = 0.002 - 0.310 x_1$	0.96	(X_1)
7	$Y = -0.008 + 0.799 x_2$	0.63	(X_2)
8	$Y = 0.001 + 0.838 x_3$	0.70	(X_3)

Keterangan : X_1 ; Suhu, X_2 ; Kelembaban, dan X_3 ; Kecepatan Angin

Model di atas mempunyai uraian sebagai berikut ;

1. Model 1 didapatkan dari meng-kuadrat-kan data faktor lingkungan, sehingga nilainya menjadi lebih besar. Jika suhu, kelembaban, dan kecepatan angin kuadrat lebih besar ternyata pengaruhnya terhadap laju infeksi sangat tinggi, yaitu ditunjukkan oleh $R^2 = 97\%$.
2. Model 2 didapatkan dari menganalisis data langsung, sehingga dengan nilai asli, diperoleh nilai pengaruh sebesar 96 %.
3. Model 3,4, dan 5 didapatkan dengan menghilangkan salah satu variabel, diperoleh nilai pengaruh berturut-turut ; 93 % (tanpa suhu), 77 % (tanpa kelembaban), dan 69 % (Tanpa kecepatan angin).
4. Model 6,7, dan 8 didapatkan dengan menggunakan satu variabel saja. Diperoleh nilai pengaruh berturut-turut ; 96 % (suhu), 63 % (kelembaban), 70 % (kecepatan angin).

Secara umum faktor lingkungan yang diamati memiliki peran masing-masing dalam perkembangan laju infeksi penyakit bulai pada tanaman jagung, faktor lingkungan yang terlalu tinggi menyebabkan epidemologi penyakit semakin tinggi (kolom 2) , begitu juga jika terlalu rendah. Sehingga waktu menanam harus diperhitungkan, dimana keadaan lingkungan optimal (tidak terlalu ekstrim). Seperti penanaman pada peralihan musim hujan ke musim kemarau, dimana faktor lingkungan belum terlalu

ekstrim, hal ini bermaksud untuk menjaga tanaman yang masih rentan, yaitu usia 1-40 HST. Upaya pengendalian faktor lingkungan pada dasarnya berusaha menunda infeksi pada masa kritis sampai tanaman berumur 30-40 HST (Suswanto, 2009).

KESIMPULAN

Jamur penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung di Kabupaten Jombang adalah *Peronosclerospora maydis*. Adapun faktor lingkungan yang paling berpengaruh pada laju infeksi penyakit bulai pada tanaman jagung adalah kecepatan angin. Pola sebaran penyakit bulai pada tanaman jagung yang cenderung di temukan di lapangan adalah pola sebaran acak. Model epidemi penyakit tanaman dengan R^2 tertinggi 0.97, adalah $Y = -0.003 + 0.246X_1 + 0.563X_2 + 0.752X_3$. Letak inokulum dan arah angin sangat menentukan terjadinya epidemi penyakit bulai tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ailor, D.E. 1978. *Dispersal in Time and Space: Aerial Pathogens*. Hlm. 159-180. Dalam J.G.Horsfall dan E.B. Cowling (Eds.). *Plant Disease. An Advanced Treatise*. Vol. II. Acad. Press, New York.
- Brown, J. 1997. *Survival and Dispersal of Plant Parasites : General Concept*. ISBN- 1 86389 439 X Rockvale Publications.
- CIMMYT, 2010. *Downy mildew(extended information)*. Diakses Desember 2010.
- Nina, O. 2007. *Epidemi Penyakit Blas (Pyricularia oryzae cav.) pada beberapa Varitas Padi Sawah (Oryza sativa) dengan Jarak Tanam Berbeda di Sawah*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nurhayati. 2011. *Epidemiologi Penyakit Tumbuhan*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Purnomo, B.. 2006. *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman: Proses terjadinya Penyakit Tumbuhan*.
- Raciborski, 1900. *Parasitiche Algen und Pilze Javas*, I. Bot. Inst. Buitenzorg (bogor). Semarang.
- H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Silitonga, S.T., Budiarti, S.A. Rais, I.H. Sumantri dan M. Machmud., 2007. *Evaluasi Ketahanan Plasma Nufah Padi terhadap Penyakit Hawar daun Bakteri dan Blas dan Jagung terhadap Bulai*. Di akses dari internet http://www.indobiogen.or.id/terbitan/prosiding/fulltext_pdf.
- Suswanto, I, Sarbino, Darussalam. 2008. *Kajian kadar sukrosa daun dan batang jagung saat fase vegetatif sebagai indikator kepekaan infeksi bulai Peronosclerospora maydis Rocib*. Laporan Peneliti Muda Dikti 2008/09.
- Suswanto, I. 2009. *Kajian Epidemi Penyakit Bulai Peronosclerospora Maydis (Rocib) Untuk Mendukung Primatani Jagung Di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat*. Univ Tanjungpura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Tantawi, AR. 2007. *Hubungan kecepatan angin dan kelembapan udara terhadap pemencaran konidium Cercospora nicotianae pada Tembakau*. Agritrop.
- Van Der Plank, J.E. 1963. *Plant Diseases : Epidemics and Control*. Academic Press. New York.
- Wakman, W., M.S. Kontong. 2002a. *Efektifitas inokulasi penyakit bulai pada jagung secara buatan dan modifikasi infeksi alami*. Penelitian Pertanian.
- Wakman, W., S. Asikin, A. Bustan, dan M. Thamrin, 2006. *Identifikasi spesies cendawan penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung di Kabupaten tanah Laut Propinsi Kalimantan Selatan*. Seminar mingguan, Balitsereal. Jumat, 30 juni 2006.

Dodi Setyo Purwanto, Herry Nirwanto dan Sri Wiyatiningsih. Model Epidemi Penyakit Tanaman : Hubungan Faktor Lingkungan Terhadap Laju Infeksi dan Pola Sebaran Penyakit Bulai (Peronosclespora maydis) Pada Tanaman Jagung di Kabupaten Jombang

Wakman, W. dan Burhanuddin. 2007. *Pengelolaan penyakit prapanen jagung Dalam Buku Jagung. Teknik produksi dan pengembangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

Warisno.2007. *Jagung Hibrida*. Kanisius. Yogyakarta.

Wirawan G.N dan M.I. Wahab, 2007. *Teknologi Budidaya Jagung*. <http://www.pustaka-deptan.go.id/agritech/jwtm0107.pdf>.

Zadoks, JC & Schein. 1979. *Epidemiology and plant disease management*. Oxford univ. press.