

PEMANFAATAN BAHAN NABATI EKSTRAK DAUN KEMANGI
(*Ocimum basilicum L.*), DAUN SIRIH (*Piper betle Linn*) DAN DAUN SALAM
(*Syzygium polyanthum*), DALAM PENCEGAHAN SERANGAN
PENYAKIT KARAT (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) PADA TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max L.*)

Oleh
NILA SAFITRI
105040200111045



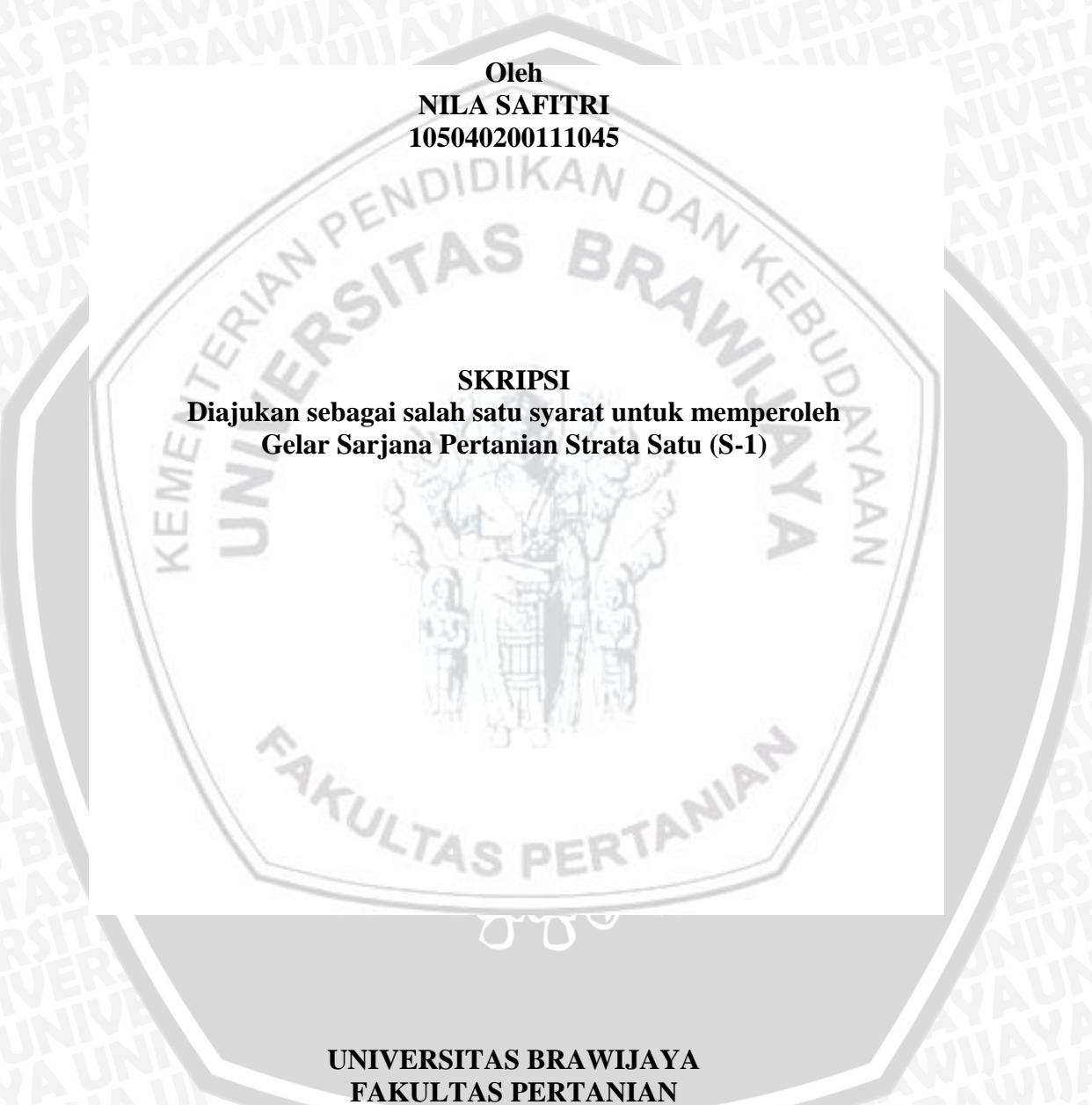
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2015

PEMANFAATAN BAHAN NABATI EKSTRAK DAUN KEMANGI
(*Ocimum basilicum L.*), DAUN SIRIH (*Piper betle Linn*) DAN DAUN SALAM
(*Syzygium polyanthum*), DALAM PENCEGAHAN SERANGAN
PENYAKIT KARAT (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) PADA TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max L.*)

Oleh
NILA SAFITRI
105040200111045

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2015

Lembar Pengesahan

Judul : Pemanfaatan Bahan Nabati Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L), Daun Sirih (*Piper betle* Linn) dan Daun Salam (*Syzygium polyanthum*), dalam Pencegahan Serangan Penyakit Karat (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L).

Nama : Nila Safitri

NIM : 105040200111045

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjaturun Sastrahidayat
NIP. 19480109 197603 1 001

Pembimbing Pendamping

Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Mengetahui,

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Ketua

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Maret 2015

Nila Safitri
NIM. 105040200111045



RINGKASAN

Nila Safitri. 105040200111045. Pemanfaatan Bahan Nabati Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum Bacilicum L*), Daun Sirih (*Piper Betle Linn*) dan Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*), dalam Pencegahan Serangan Penyakit Karat (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L*). Dibawah Bimbingan. Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP. sebagai Pembimbing Pendamping.

Salah satu hambatan dalam peningkatan dan stabilisasi produksi kedelai di Indonesia adalah serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Phakopsora pachyrhizi* (Semangun, 1991). Penyakit karat yang disebabkan jamur *Phakopsora pachyrhizi* merupakan penyakit penting pada kedelai. Penyakit karat dapat menurunkan hasil karena daun-daun yang terserang akan mengalami defoliasi lebih awal sehingga akan mengakibatkan berkurangnya berat biji dan jumlah polong yang bervariasi antara 10-90%, tergantung pada fase perkembangan tanaman, lingkungan dan varietas kedelai (Sinclair dan Hartman, 1999).

Tindakan pengendalian selama ini hanya mengandalkan penggunaan fungisida sintetik, sedangkan harga fungisida semakin meningkat. Komoditas eksport Indonesia ditolak diluar negeri karena adanya residu pestisida termasuk yang terkandung dari hasil-hasil pertanian tersebut. Residu insektisida dan fungisida membahayakan kesehatan ternak dan manusia (Sumartini dan Yusmani, 2001). Untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia tersebut, diperlukan upaya perlindungan tanaman berbasis pada pengelolaan ekosistem secara terpadu dan berwawasan lingkungan salah satunya dengan memanfaatkan bahan nabati yang berpotensi sebagai pengendalian ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan Rumah Kawat Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pestisida nabati terhadap pencegahan penyakit karat daun kedelai *Phakopsora pachyrhizi*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata perkecambahan spora pada pengamatan terakhir 24 jam setelah perlakuan yaitu perlakuan kontrol dan ekstrak daun salam tidak berpengaruh nyata terhadap perkecambahan spora, tetapi pada perlakuan ekstrak daun sirih dan perlakuan ekstrak daun kemangi terlihat pengaruh nyata pada perkecambahan spora. Rata-rata perkecambahan spora pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan kemangi pada 24 jam setelah perlakuan secara berturut-turut yaitu 29,93%; 16,52%; 11,97%; 7,45%. Pada pengamatan panjang tabung urediospora *P. pachyrhizi* 3, 6, 9, 12, 24 jam setelah perlakuan terlihat bahwa perlakuan ekstrak daun salam, daun sirih, dan daun kemangi memiliki pengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi terlihat panjang tabung kecambah lebih pendek dibandingkan panjang tabung yang dimiliki oleh perlakuan kontrol dari setiap pengamatan. Rata-rata panjang tabung urediospora pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan kemangi pada 24 jam



setelah perlakuan secara berturut-turut yaitu 132,50 μm ; 37,61 μm ; 16,98 μm ; 16,20 μm .

Jumlah bercak dan intensitas serangan pada setiap 3 hari sebanyak 5 kali pengamatan memiliki pengaruh nyata pada setiap perlakuan, pada perlakuan ekstrak daun kemangi terlihat bahwa jumlah bercak mengalami kenaikan selama pengamatan tetapi jumlah bercak yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Rata-rata jumlah bercak pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan kemangi pada pengamatan ke-5 secara berturut-turut yaitu 1874,81; 1251,59; 868,68; 527,77., rata-rata Intensitas serangan pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan kemangi pada pengamatan ke-5 secara berturut-turut yaitu 63,07%; 54,84%; 46,28%; 38,21%. Hasil produksi yang mampu terselamatkan oleh serangan penyakit karat kedelai pada perlakuan ekstrak daun salam sebesar 21%, pada perlakuan ekstrak daun sirih sebesar 37% dan pada perlakuan ekstrak daun kemangi sebesar 69%.



SUMMARY

Nila Safitri. 105040200111045. The Use of Basil Leaf (*Ocimum basilicum* L), Betel Leaf (*Piper betle* Linn)and Bay Leaf Extract (*Syzygium polyanthum*), to Prevent Rust Leaf Desease(*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) in Soybean (*Glycine max* L). Supervised by Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat and Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP.

One disadvantages in the improvement and stabilization of soybean production in Indonesia is leave rust disease caused by the fungus *Phakopsorapachyrhizi* (Semangun, 1991). Rust diseases caused by fungi *Phakopsorapachyrhizi* which is a major disease in soybean. Rust diseases can reduce yield because the leaves that are infected will occur an early defoliation thus will reduced the seed weight and number of pods by 10-90%, depending on the phase of plant development, environment and soybean varieties (Sinclair and Hartman, 1999).

Control techniques have been only relied on common uses of synthetic fungicides, while fungicides prices increases. Indonesian's export commodities overseas always been rejected due to pesticide residues. Insecticide and fungicide residues will endanger livestock and humans health (Sumartini and Yusmani, 2001). To reduce the negative impact of the use of chemical pesticides, plant protection efforts that environmental friendly and safe for health. One of thus are using bio-pesticide.

This research was conducted at the Laboratory of Mycology Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and Screen House in Brawijaya University, Malang. This research aims to determine the effectiveness of the bio-pesticide on soybean leave rust disease (*Phakopsora pachyrizi*) prevention.

The results showed that the average of spore germination at the 24th hours of the observation, treatment and control of bay leave extract did not significantly different in spores germination, but the treatment of betel leave extracts and basil leave extract showed a significant difference in spore germination. The average of spores germination from the control treatment, bay leave extract, betel leave extract and basil extract at the 24th hour that are 29.93%; 16.52%; 11.97%; 7.45%. the length of urediospore *P. Pachyrizi* tube observation at 3, 6, 9, 12, 24 hours after treatment showed a significant different amongst the treatment of bay leave extract, betel leave extract, and thyme extract. The treatment of bay leave extract, betel leave extract and basil leaves extract showed a shorter tube length than the control treatment at each observation. The Average of urediosporalength tube in the control treatment, bay leave extract, betel leave extract and basil extract at the 24th hour showed 132,50 μ m; 37,61 μ m; 16.98 μ m ; 16.20 μ m

The number of spots and the attack intensity every 3 days for 5 times observations showed a significant different at each treatment, the treatment of basil leave extract showed that the number of patches are increased during the observation but the number of spots less than the other treatments. The average number of spots in the control treatment, bay leave extract, betel leave extract and basil extract at 5th observations showed 1874.81; 1251.59; 868.68; 527.77., The average of attack intensity in the control treatment, bay leave extract, betel leave extract and basil extract at 5th observations showed 63.07%; 54.84%; 46.28%;



38.21%. The production capable of saved by soybean rust disease at bay leaf extract treatment 21%, the betel leaf extract treatment 37% and the basil leaf extract treatment 69%.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Bahan Nabati Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum bacilicum* L), Daun Sirih (*Piper betle* Linn) dan Daun Salam (*Syzygium polyanthum*), dalam pencegahan serangan penyakit karat (*Phakopsora pachyrhizi* sydow) pada tanaman kedelai (*Glycine max* L)” diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof.Dr.Ir.Ika Rochdjatun Sastrahidayat selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Anton Muhibuddin SP.,MP., sebagai pembimbing pendamping, atas segala kesabaran, nasihat, dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Ketua Jurusan beserta seluruh dosen dan karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua Orang Tua tercinta, saudara laki-laki dan perempuan saya atas segala doa, semangat, kasih sayang, dan dukungan yang selalu diberikan dengan tulus kepada penulis. Juga kepada teman-teman Agroekoteknologi'10, teman-teman Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan, atas bantuan, motivasi dan kebersamaan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi banyak pihak, terutama dalam bidang keilmuan HPT.

Malang, Januari 2015

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara, dilahirkan di Kisaran kabupaten Asahan Sumatra Utara pada tanggal 16 April 1992 dari ayah yang bernama Rahmadsyah (alm) dan ibu bernama Nuraini noor. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Muhammadiyah-3 Kisaran pada tahun 1998 sampai tahun 2004, kemudian penulis melanjutkan sekolah di MTS Alwashliyah-2 Kisaran pada tahun 2004 sampai tahun 2007, dan melanjutkan sekolah di SMA Negeri 2 Kisaran tahun 2007 sampai tahun 2010. Pada tahun 2010, penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi minat Hama dan Penyakit Tumbuhan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur.

Selama kuliah, penulis sempat menjadi asisten praktikum dibeberapa matakuliah yaitu Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2011/2012 dan 2012/2013, Teknologi Produksi Tanaman pada tahun 2012/2013, Manajemen Agroekosistem 2013/2014. Penulis juga sempat mengikuti kegiatan organisasi, yaitu pengurus Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) Universitas Brawijaya tahun 2012-2013. Penulis juga sempat aktif mengikuti beberapa kepanitiaan antara lain Brawijaya's International Agriculture sebagai Bendahara pada tahun 2011, Anniversary Of Himapta Djaya sebagai Ketua Pelaksana pada tahun 2013, Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian (PROTEKSI) sebagai Stering Committe pada tahun 2013.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN TABEL	xii
 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat.....	3
 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.2.Penyakit karat daun kedelai	4
2.2.1 Klasifikasi	4
2.2.2 Deskripsi <i>P. pachyrhizi</i>	4
2.2.3 Proses infeksi <i>P. pachyrhizi</i>	5
2.2.4 Gejala kerusakan	5
2.2.5 Faktor penyebab penyakit	6
2.3 Pengendalian menggunakan pestisida nabati	9
2.3.1 Komponen bahan nabati dari tanaman kemangi (<i>Ocimum basilicum L</i>)	11
2.3.2 Komponen bahan nabati dari tanaman sirih (<i>Piper betle L</i>).....	12
2.3.2 Komponen bahan nabati dari tanaman salam (<i>Syzygium polyanthum</i>)	12
 3.METODE PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan waktu penelitian.....	14
3.2. Alat dan bahan penelitian	14
3.3. Persiapan dan pelaksanaan laboratorium	14
3.3.1 Persiapan di laboratorium	14
3.3.2. Pelaksanaan di laboratorium	15
a. Pengamatan presentase urediospora berkecambah dan panjang Tabung Kecambah.....	15
3.4 Persiapan dan pelaksanaan di rumah kawat.....	16
3.4.1. Pelaksanaan di rumah Kawat	17
 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Hasil.....	19
4.1.1 Gejala serangan jamur <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	19
4.1.3 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap perkecambahan spora dan panjang tabung kecambah <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	20
4.1.3 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap masa inkubasi jamur <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	22



4.1.4 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap jumlah bercak dan intensitas serangan	24
4.1.4 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap pencegahan kehilangan hasil terhadap produksi polong kedelai.....	26
4.2 Pembahasan Umum	26
5. PENUTUP	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 4.1	Rerata perkecambahan spora <i>P. pachyrizi</i> setiap.....	21
Tabel 4.2	Rerata panjang tabung kecambah uredispora <i>P. pachyrizi</i>	22
Tabel 4.3	Rata-rata masa inkubasi <i>P. pachyrizi</i> pada daun kedelai.....	22
Tabel 4.4	Jumlah bercak <i>P. pachyrizi</i> pada 5 kali pengamatan	24
Tabel 4.5.	Rerata intensitas serangan pada setiap pengamatan	25
Tabel 4.6	Produksi kehilangan hasil yang mampu terselamatkan oleh serangan penyakit karat kedelai <i>P.pachyrizi</i>	26



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 2.1	Gejala Serangan Penyakit Karat <i>P. pachyrhizi</i>	6
Gambar 2.2.	Permulaan Infeksi Jamur Karat	8
Gambar 4.1	Gejala serangan penyakit karat <i>P. pachyrhizi</i> pada tanaman kedelai.....	19
Gambar 4.3	Masa inkubasi 7 hari setelah perlakuan.....	23



DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.	Bagan percobaan di laboratorium	46
Gambar 2.	Bagan percobaan rumah kawat	46
Gambar 3.	Dokumentasi metode memperoleh ekstrak tanaman melalui proses destilasi.....	47
Gambar 4.	Dokumentasi kegiatan menanam kedelai	48
Gambar 5.	Pembuatan Suspensi <i>Phakopsora pachyrizi</i>	49
Gambar 6.	Kegiatan inokulasi tanaman	50
Gambar 7.	Keterangan varietas kedelai yang digunakan.....	51
Gambar 8.	Perkecambahan dan panjang Tabung urediospora pada setiap jam pengamatan	52
Gambar 9.	Grafik panjang tabung urediospora 24 jam setelah perlakuan.....	60
Gambar 10.	Grafik rerata intensitas serangan <i>Phakopsora pachyrizi</i>	60
Gambar 11.	Berat basah polong kedelai/tanaman	61
Gambar 12.	Dokumentasi berat kering polong kedelai/tanaman.....	61



DAFTAR LAMPIRAN TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Lampiran 1.	Tabel rerata persentase urediospora berkecambah 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	34
Lampiran 2.	Tabel anova persentase urediospora berkecambah 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	34
Lampiran 3.	Tabel rerata persentase urediospora6 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	34
Lampiran 4.	Tabel anova persentase urediospora6 JSP (Jam Setelah perlakuan)	34
Lampiran 5.	Tabel rerata persentase urediospora9 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	35
Lampiran 6.	Tabel anova persentase urediospora9 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	35
Lampiran 7.	Tabel rerata persentase urediospora 12 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	35
Lampiran 8.	Tabel anova persentase urediospora12 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	35
Lampiran 9.	Tabel rerata persentase urediospora berkecambah 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	35
Lampiran 10.	Tabel anova persentase urediospora berkecambah 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	36
Lampiran 11.	Tabel rerata panjang tabung urediospora 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	36
Lampiran 12.	Tabel anova panjang tabung urediospora 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	36
Lampiran 13.	Tabel rerata panjang tabung urediospora 6 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	36
Lampiran 14.	Tabel anova panjang tabung urediospora 6 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	36
Lampiran 15.	Tabel rerata panjang tabung urediospora 9 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	37
Lampiran 16.	Tabel anova panjang tabung urediospora 9 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	37
Lampiran 17.	Tabel rerata panjang tabung urediospora 12 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	37
Lampiran 18.	Tabel anova panjang tabung urediospora 12 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	37



Lampiran 19. Tabel rerata panjang tabung urediospora 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	38
Lampiran 20. Tabel anova panjang tabung urediospora 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan)	38
Lampiran 21. Tabel rerata masa inkubasi penyakit karat daun kedelai	38
Lampiran 22. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 37HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)	39
Lampiran 23. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 37HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)	39
Lampiran 24. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 40HST/10HSP Pengamatan ke-2 (27 November 2014)	39
Lampiran 25. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 40HST/10HSP Pengamatan ke-2 (27 November 2014)	39
Lampiran 26. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 44 HST/15HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2014)	40
Lampiran 27. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 44 HST/15HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2014)	40
Lampiran 28. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 47 HST/18 HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2014)	40
Lampiran 29. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 47 HST/18 HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2014)	40
Lampiran 30. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 55 HST/22 HSP Pengamatan ke-5 (8 Desember 2014)	41
Lampiran 31. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 55 HST/22 HSP Pengamatan ke-5 (8 Desember 2014)	41
Lampiran 32. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 37 HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)	41
Lampiran 33. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 37 HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)	41
Lampiran 34. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 41 HST/11HSP Pengamatan ke-2 (28 November 2014)	42
Lampiran 35. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 41 HST/11HSP Pengamatan ke-2 (28 November 2014)	42
Lampiran 36. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 44HST/14HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2015)	
Lampiran 37. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 44HST/14HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2015)	42
Lampiran 38. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 47 HST/17HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2015)	43



Lampiran 39. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 47 HST/17HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2015)	43
Lampiran 40. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 50 HST/20 HSPPengamatan ke-5 (7 Desember 2015)	43
Lampiran 41. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 50 HST/20 HSPPengamatan ke-5 (7 Desember 2015)	43
Lampiran 42. Tabel rerata berat basah polong kedelai gram/tanaman	44
Lampiran 43. Tabel anova berat basah polong kedelai gram/tanaman	44
Lampiran 44. Tabel rerata berat kering polong kedelai gram/tanaman	44
Lampiran 45. Tabel anova berat kering polong kedelai gram/tanaman.....	44
Lampiran 46. Tabel rerata jumlah bercak pada setiap pengamatan	45
Lampiran 47. Tabel rerata intensitas serangan pada setiap pengamatan	45



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar (*Glycine ururiencis*) merupakan kedelai yang menurunkan berbagai kedelai yang dikenal sekarang(*Glycine max* L Merril). Kedelai berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara). Tanaman kedelai kemudian menyebar ke daerah Mansuria, Jepang (Asia Timur) dan di negara-negara lain di Amerika dan Afrika. Di Indonesia, tanaman ini dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai tanaman makanan(Purwono dan Heni,2010)

Kedelai merupakan komoditas strategis ketiga setelah padi dan jagung, karena setiap hari dikonsumsi oleh hampir sebagian masyarakat dengan tingkat konsumsi rata-rata 8,12 kg/kapita/tahun (Sudaryanto dan Swastika, 2007). Kebutuhan kedelai akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Hal ini tercermin dari permintaan kedelai dalam 10 tahun terakhir yang terus meningkat, jauh melampaui produksi dalam negeri, bahkan pada Januari 2008 kedelai menjadi barang langka sehingga harganya melambung dari Rp 3.500/kg menjadi Rp 8.500/kg. Kondisi ini menyulitkan banyak industri dan masyarakat yang kesehariannya bergantung pada produk berbahan baku kedelai, antara lain tempe, tahu dan susu kedelai.

Salah satu hambatan dalam peningkatan dan stabilisasi produksi kedelai di Indonesia adalah serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Phakopsora pachyrhizi*. Penyakit karat telah tersebar luas di sentra produksi kedelai di dunia. Di Indonesia, penyakit karat terdapat di sentra produksi kedelai di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan dan Sulawesi (Semangun, 1991).

Penyakit karat yang disebabkan jamur *Phakopsora pachyrhizi* merupakan penyakit penting pada kedelai. Penyakit karat dapat menurunkan hasil karena daun-daun yang terserang akan mengalami defoliasi lebih awal sehingga akan mengakibatkan berkurangnya berat biji dan jumlah polong yang bervariasi antara 10-90%, tergantung pada fase perkembangan tanaman, lingkungan dan varietas kedelai (Sinclair dan Hartman, 1999).

Kehilangan hasil akibat penyakit karat di Indonesia mencapai 90% (Sudjono, 1985). Besarnya kehilangan hasil bergantung pada faktor ketahanan tanaman. (Sumarno dan Sudjono, 1977).

Tindakan pengendalian selama ini hanya mengandalkan penggunaan pestisida kimia, sedangkan harga pestisida semakin meningkat. Komoditas eksport Indonesia ditolak diluar negeri karena adanya residu pestisida termasuk yang terkandung dari hasil-hasil pertanian tersebut. Residu insektisida dan fungisida membahayakan kesehatan ternak dan manusia (Sumartini, 2001). Untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia tersebut, diperlukan upaya perlindungan tanaman berbasis pada pengelolaan ekosistem secara terpadu dan berwawasan lingkungan.

Salah satu alternatif teknologi pengendalian OPT adalah penggunaan pestisida nabati yang lebih alami. Alam sebenarnya telah menyediakan bahan-bahan alami yang dapat dimanfaatkan untuk menanggulangi serangan OPT. Beberapa bahan tanaman yang digunakan sebagai sumber biopestisida adalah daun mimba (*Azadirachta indica*), daun paitan (*Tithonia diversifolia*), daun sirih (*Piper betle* Linn.), akar philodendron (*Philodendron martianum*.), akar philodendron jari (*Philodendron bipinnatifidum*), akar monstera (*Monstera deliciosa*), dan akar tuba (*Derris elliptica*) yang mengandung metabolit sekunder pada bagian akar (Muhibuddin, 2011).

Tanaman memiliki kandungan yang berbeda-beda dan setiap kandungan memiliki fungsinya tersendiri, tidak semua tanaman dapat dijadikan sebagai bahan nabati untuk mengendalikan penyakit karat kedelai (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow).

Menurut Sumartini (2006) bahwa ekstrak cengkeh mampu menekan jamur karat *P. pachyrizicengkeh* mengandung bahan anti cendawan antara lain eugenol. Kandungan eugenol di dalam ekstrak cengkeh berkisar antara 70–95% tergantung dari bagian tanaman dan varietas yang digunakan. Kisaran kandungan eugenol pada bunga, tangkai, dan daun berturut-turut adalah 82-87%, 83-95%, dan 90-95% (Guenther 1990). Eugenol efektif mengendalikan beberapa penyakit tanaman (Liliek *et. al.* 2012).

Dari hasil penelitian tersebut maka perlu diuji keefektifan dari beberapa tanaman lain yang mengandung eugenol dalam mengendalikan penyakit karat kedelai *Phakopsora pachyrhizi*. Beberapa tanaman yang memiliki kandungan eugenol diantaranya adalah daun sirih, daun salam, dan daun kemangi.

1.2 Rumusan masalah

1. Apakah ekstrak tanaman dari daun sirih, daun kemangi dan daun salam mampu mengendalikan penyakit karat kedelai (*Phakopsora pachyrhizi*)?
2. Dari beberapa tanaman tersebut manakah yang paling efektif dalam pencegahan penyakit karat kedelai (*Phakopsora pachyrhizi*)?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui apakah ekstrak tanaman dari daun kemangi, sirih dan salam mampu mengendalikan penyakit karat kedelai (*Phakopsora pachyrhizi*)
2. Untuk mengetahui dari beberapa tanaman tersebut mana yang paling efektif dalam mengendalikan penyakit karat kedelai (*Phakopsora pachyrhizi*)

1.4 Hipotesis

1. Diduga ekstraktanaman dari daun kemangi, sirih dan salam mampu mengendalikan penyakit karat kedelai(*Phakopsora pachyrhizi*)
2. Diduga ekstrak daun kemangi lebih efektif mengendalikan karat kedelai disebabkan kandungan eugenol pada tanaman ini lebih tinggi dibandingkan ektrak tanaman lain.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah beberapa tanaman tersebut mampu digunakan sebagai pengendalian nabati pada penyakit karat kedelai (*Phakopsora pachyrhizi*) sehingga dapat dijadikan sebagai bahan alternatif dalam pengendalian penyakit karat kedelai yang ramah lingkungan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.2.Penyakit karat daun kedelai

2.2.1 Klasifikasi

Menurut Alexopoulos (1996), *Phakospora pachyrhizi* dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Divisi:Basidiomycota; Kelas: Urediniomycetes; Bangsa: Uredinales;Suku: Melampsoraceae; Marga :Phakospora; Jenis:*P. pachyrhizi* Sydow

2.2.2 Deskripsi *P. pachyrhizi*

P. pachyrhizi merupakan jamur parasit obligat. Jamur ini membentuk uredium pada sisi bawah dan atas daun yang bewarna coklat muda sampai coklat tua. Diameter urediumnya antara 100 μm -200 μm dan mempunyai bentuk seperti piknidium, mirip dengan gunung api kecil. Uredium menghasilkan urediospora yang merupakan inokulum utama untuk proses infeksi yang baru.Ukuran urediospora relatif beragam, namun rata-ratanya adalah 15-30x20-40 μm , ketebalan dindingnya 1 μm . Bentuknya bulat mempunyai tonjolan menyerupai duri dengan warna bening sampai coklat kekuningan (Sastrahidayat,1989).

Urediospora dapat bertahan hidup kurang dari 2 hari dibawah kondisi yang natural. Urediospora tidak dapat bertahan hidup pada daerah yang kering. Menurut Sinaga (1979), persentase perkecambahan urediospora semakin menurun dengan semakin lamanya perlakuan penyimpanan daun yang terserang *P. pachyrhizi*. Hari kesepuluh merupakan waktu yang terlama menunjukkan urediospora dapat berkecambah.

Ukuran teliospora yaitu 15–26 x 6-12 μm . telia terdiri dari 2-7 lapis spora. Perbentukannya hampir selalu bercampur dengan uredia. Teliospora terdiri dari 1 sel, membujur sampai ellips. Telia bewarna kecoklatan sedangkan teliospora bewarna coklat kekuningan sampai hialin. Teliospora merupakan struktur yang umum ditemui pada tiap akhir musim dan berkecambah dibawah kondisi laboratorium untuk memproduksi basidiospora. Pentingnya teliospora dilapang belum diketahui.

2.2.3 Proses infeksi *P. pachyrhizi*

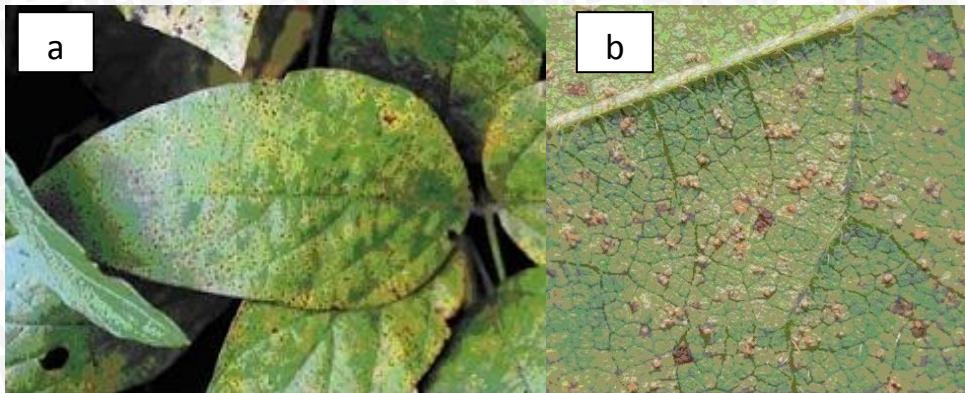
Proses infeksi dimulai saat urediospora berkecambah, membentuk satu tabung perkecambahan dan membentuk apresoria berukuran 5-400 μ m yang kemudian menginfeksi tanaman secara langsung melalui kutikula (Miles et al, 2003). Penetrasi diawali dengan pembentukan tabung apresoria yang dilanjutkan dengan penetrasi hifa pada dinding sel tanaman. Penetrasi hifa dilakukan lewat sel epidermis. Pada ujung hifa terdapat haustorium yang berfungsi sebagai organ penyerap. Haustorium menyerap nutrisi sel inang dan mentransfer ke sel tubuh jamur. Haustorium pertama sudah terlihat antara 24-48 jam setelah inokulasi, haustoria terbentuk dimesofil dan sel epidermis (Alexopoulos, 1996)

Proses infeksi *P. pachyrhizi* diketahui pada saat terbentuknya uredium. Uredium terbentuk di jaringan mesofil dan merupakan spora bebas yang terdapat dibagian bawah daun. Uredinia dapat terbentuk 5-8 hari setelah infeksi oleh urediospora. Keberhasilan infeksi tergantung dari kelembaban yang tersedia dipermukaan daun, minimum terdapat kelembaban selama 6 jam dengan suhu 15-28°C (anonymous a, 2014).

Urediospora awal dapat terbentuk 9 hari setelah inokulasi dan spora dapat berbentuk kembali sampai 3 minggu. Tanda yang menunjukkan infeksi adalah warna kuning kecoklatan pada pustule yang merupakan uredium, sehingga gejala yang muncul pada daun berupa karat. Waktu untuk menimbulkan gejala setelah infeksi adalah 9-10 hari (Caldwell dan Laing, 2002)

2.2.4 Gejala kerusakan

Gejala kerusakan tanaman akibat serangan penyakit karat kedelai adalah terdapatnya bintik-bintik kecil yang kemudian berubah menjadi bercak-bercak berwarna coklat pada bagian bawah daun, yaitu uredium penghasil uredospora. Serangan berat menyebabkan daun gugur dan polong hampa. Terjadi bercak-bercak kecil berwarna cokelat kelabu atau bercak yang sedikit demi sedikit berubah menjadi cokelat atau coklat tua. Bercak karat terlihat sebelum bisul-bisul (pustule) pecah. Bercak tampak bersudut-sudut karena dibatasi oleh tulang-tulang daun tepatnya didekat daun yang terinfeksi. Biasanya dimulai dari daun bawah kemudian ke daun yang lebih muda (Ramlan dan Nurjanani, 2011).



Gambar 2.1 Gejala Serangan Penyakit Karat *P. pachyrhizi*

Keterangan: (a) Gejala serangan *P. pachyrhizi* pada permukaan daun bagian atas (b) Gejala serangan *P. pachyrhizi* pada permukaan daun bagian bawah Sumber : Bahan SL-PTT Kedelai 2010, (Yusmani Prayogo Staf Peneliti Hama dan Penyakit Balitkabi)

2.2.5 Faktor penyebab penyakit

Suhu Optimum untuk perkecambahan Urediospora adalah 15-25⁰C. Pada kedelai infeksi paling banyak terjadi pada suhu 20-25⁰C dengan embun selama 10-12 jam, pada suhu 15-17⁰C diperlukan embun selama 16-18 jam, masa berembun terpendek untuk terjadinya infeksi pada suhu 20-25⁰C adalah 6 jam, sedang pada 15-17⁰C adalah 8-10 jam. Infeksi tidak terjadi bila suhu lebih dari 27.5⁰C. Bakal uredium mulai tampak 5-7 hari setelah inokulasi dan pembentukan spora terjadi 2-4 hari kemudian. Penyakit karat yang lebih berat terjadi pada tanaman kedelai pada musim hujan (Semangun,1991).

Jenis-jenis kedelai mempunyai kerentanan yang berbeda-beda, sejak semula di Bogor diketahui bahwa varietas ringgit, sumbing, dan davros sangat rentan terhadap karat, sedang varietas wakasima agak tahan. Ketahanan juga tergantung dari umur tanaman, ketahanan menurun dengan bertambahnya umur. Bercak karat bertambah banyak setelah tanaman berbunga, antarumur panjang dan ketahanan, dan antar umur pendek dengan kerentanan terdapat korelasi positif. Ketahanan ternyata bersifat dominan dan ditentukan oleh dua gen mayor (Semangun,1991).Kemampuan *P.pachyrhizi* untuk menyebabkan penyakit epidemic pada tanaman kedelai tergantung dari beberapa factor, antara lain:

a. Angin dan Suhu

Angin memudahkan penyebaran urediospora pada jarak jauh maupun dekat. Temperatur optimal untuk terjadi infeksi yaitu $15-28^{\circ}\text{C}$. Pada kondisi tersebut infeksi dapat terjadi pada 6,5 jam setelah penetrasi (anonymous d, 20014). Suhu optimal bagi perkecambahan dan perkembangan spora adalah 20°C , sedang diatas 33°C perkecambahan spora menurun tajam (Sastrahidayat, 1989).

b. Kelembaban dan Penyinaran

Kelembaban yang dikehendaki untuk perkecambahan adalah pada kelembaban tinggi dengan penyinaran relatif sedikit sampai gelap. Penyinaran yang panjang dapat menghambat perkecambahan (Sastrahidayat, 1989). Pada daerah-daerah yang kelembaban udaranya tinggi, penyakit ini dapat mengakibatkan kerusakan pada seluruh areal pertanaman kedelai (Sinaga, 1978)

Kelembaban nisbih optimal 75% - 80% dengan waktu basah daun yang lama mempengaruhi terjadinya infeksi (Caldwell dan Laing,2002). Diperlukan kelembaban daun selama 6 jam agar infeksi dapat segera terjadi.

c. Tanaman Inang dan Sumber Inokulum

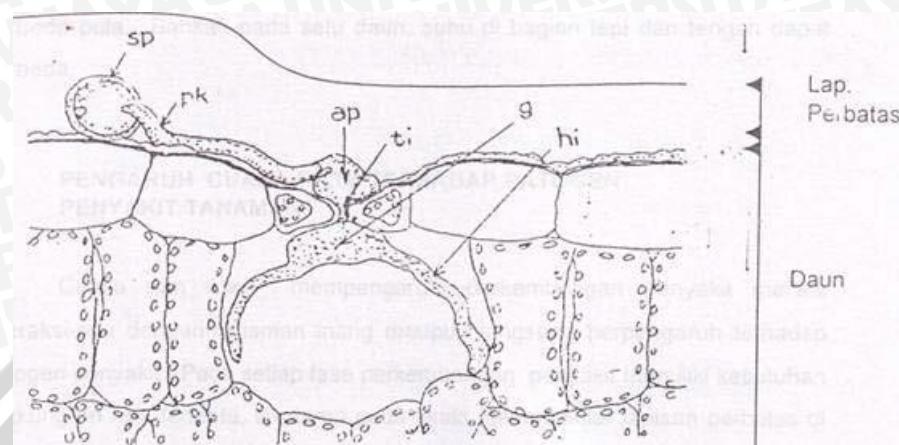
Saat tanaman kedelai tidak ada, *P. pachyrhizi* dapat berkembang pada inang lain (anonymous a, 2014). Menurut Sinaga (1978), terdapat 10 tanaman inang dari pathogen karat kedelai yaitu kecipir, kacang panjang, bengkuang, orok-orok, kacang buncis, kacang jogo, kacang hijau, kedelai hijau varietas Si Nyonya, kacang uci dan *Calopogonium mucunoides*.

Banyaknya inokulum juga mempengaruhi perkembangan jamur karat. Tiap bercak karat dapat memproduksi jumlah urediospora lebih dari 12.000 pada 4-6 minggu dengan lebih dari 400 gejala memudahkan infeksi daun kedelai (anonymous b, 2014)

2.2.6 Mekanisme terjadinya infeksi

Tipe spora telah diketahui ada 2 jenis pada jamur penyebab penyakit karat kedelai oleh cendawan *P. pachyrhizi*. Urediospora merupakan tipe spora yang sering ditemukan dari musim ke musim. Urediospora sangat mudah terbawa oleh angin dan percikan air hujan sehingga cepat menyebar dan siklus akan berkali kali terjadi dari musim ke musim. Tipe spora yang kedua adalah teliospora. Teliospora sangat jarang ditemukan di Indonesia, tetapi di negara-negara yang beriklim

subtropis, teliospora ditemukan pada tanaman terinfeksi pada akhir musim panas atau rumah kaca. Pada saat kondisi laboratorium, teliospora dapat berkecambah membentuk basidiospora (Sumartini, 2010).



Gambar 2.2. Permulaan Infeksi Jamur Karat

Keterangan: (sp) urediospora; (pk) pembuluh kecambah; (ap) apresorium; (ti) tabung infeksi; (g) gelembung (vesicle); (hi) hifa infeksi.

Sumber : Badan Biometereologi FMIPA IPB.

Menurut Semangun (1996), Terjadinya infeksi pada tanaman kedelai yang disebabkan oleh penyakit karat *Phakopsora pachyrizzi* dimulai saat urediospora yang berada dipermukaan daun masuk ke dalam tumbuhan melalui stomata. Setelah mencapai mulut kulit (stomata), ujung pembuluh kecambah membesar dan membentuk apresorium. Alat ini membentuk tabung penetrasi yang masuk ke dalam lubang stomata lalu membengkak menjadi gelembung substomata didalam ruang udara. Dari gelembung ini tumbuh hifa infeksi yang berkembang ke semua arah dan membentuk haustorium yang mengisap makanan dari sel-sel tumbuhan inang. (Gambar 2.2). Uredium akan berkembang 5-8 hari setelah proses infeksi. Urediospora baru terbentuk setelah 9 hari infeksi, dan pembentukan dapat berlanjut sampai 3 minggu, sedangkan uredium berkembang sampai 4 minggu. Uredium generasi kedua akan tumbuh pada bagian pinggir dari tempat infeksi pertama, dan hal ini dapat berlangsung secara terus-menerus sampai 8 minggu (Monte *et al*, 2003)

Urediosporaberkerjaya sangat cepat, dan dapat dibentuk dalam jumlah yang sangat banyak, jika satu bercak mampu memproduksi lebih dari 12.000 urediospora dalam 4-6 minggu, maka 400 bercak akan terjadi serangan yang berat. Selain tanaman kedelai cendawan *P. pachyrhizi* Syd dapat menginfeksi banyak

tanaman kacang-kacangan antara lain kacang asu (*Calopogonium mucunoides*), kara pedang (*Canavalia gladiota*), kratok (*Phaseolus lunatus*), buncis (*Phaseolus vulgaris*), kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*), kacang hijau (*Vigna radiata L.*), kacang panjang (*Vigna unguiculata*). *Phakopsora pachyrhizi* tidak dapat bertahan dalam biji (Semangun, 1993).

2.3 Pengendalian menggunakan pestisida nabati

Lebih dari 1500 jenis tumbuhan dari berbagai penjuru dunia diketahui dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Di Filipina, tidak kurang dari 100 jenis tumbuhan telah diketahui mengandung bahan aktif insektisida. Di Indonesia terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Famili tumbuhan yang dianggap merupakan sumber potensial insektisida nabati antara lain *Meliaceae*, *Annonaceae*, *Asteraceae*, *Piperaceae* dan *Rutaceae*. Selain bersifat sebagai insektisida, jenis-jenis tumbuhan tersebut juga memiliki sifat sebagai fungisida, virusida, nematisida, bakterisida, mitisida maupun rodentisida. Jenis pestisida yang berasal dari tumbuhan tersebut dapat ditemukan di sekitar tempat tinggal petani, dapat disiapkan dengan mudah menggunakan bahan serta peralatan sederhana (Wiwin *et al*, 2008).

Efektivitas suatu bahan-bahan alami yang digunakan sebagai pestisida nabati sangat tergantung pada bahan tumbuhan yang dipakai, karena satu jenis tumbuhan yang sama tetapi berasal dari daerah yang berbeda dapat menghasilkan efek yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan sifat bioaktif atau sifat racunnya tergantung pada kondisi tumbuh, umur tanaman dan jenis dari tumbuhan tersebut. Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum menggunakan pestisida nabati adalah keunggulan dan kelemahan penggunaan pestisida nabati tersebut. Keunggulan pestisida nabati antara lain : (1) mengalami degradasi/penguraian yang cepat oleh sinar matahari; (2) memiliki efek/pengaruh yang cepat, yaitu menghentikan nafsu makan serangga walapun jarang menyebabkan kematian; (3) toksitasnya umumnya rendah terhadap hewan dan relatif lebih aman pada manusia (*lethal dosage (LD) >50 Oral*); (4) memiliki spektrum pengendalian yang luas (racun lambung dan syaraf) dan bersifat selektif; (5) dapat diandalkan untuk mengatasi OPT yang telah kebal pada pestisida sintetis; (6) fitotoksitas rendah, yaitu tidak meracuni dan merusak tanaman dan (7) murah dan mudah dibuat oleh petani.

Kelemahan penggunaan pestisida nabati antara lain : (1) cepat terurai dan aplikasinya harus lebih sering; (2) caya racunnya rendah (tidak langsung mematikan serangga/memiliki efek lambat); (3) kapasitas produksinya masih rendah dan belum dapat dilakukan dalam jumlah massal (bahan tanaman untuk pestisida nabati belum banyak dibudidayakan secara khusus); (4) ketersediaannya di toko-toko pertanian masih terbatas dan (5) kurang praktis dan tidak tahan disimpan.

Pestisida nabati adalah bahan aktif yang berasal dari tumbuhan dan dapat dimanfaatkan untuk pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) (Soehadjan, 1993). Fungisida nabati (*botanical fungisides*) mempunyai potensi yang sangat besar khususnya di Indonesia yang kaya akan keanekaragaman tumbuh-tumbuhan. Lebih dari 2400 jenis tumbuhan yang termasuk dalam 235 famili dilaporkan mengandung bahan pestisida (Grainge dan Ahmed, 1988). Beberapa jenis tumbuhan tersebut memiliki senyawa kimia seperti minyak atsirih dan berperan sebagai bakterisida dan fungisida (Guetnter, 1987)

Secara evolusi, tumbuhan telah mengembangkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya. Tumbuhan mengandung banyak bahan kimia yang merupakan metabolit sekunder dan digunakan oleh tumbuhan sebagai alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu. Tumbuhan sebenarnya kaya akan bahan bioaktif, walaupun hanya sekitar 10.000 jenis produksi metabolit sekunder yang telah teridentifikasi, tetapi sesungguhnya jumlah bahan kimia pada tumbuhan dapat melampaui 400.000. Penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan penyakit secara tradisional salah satunya dalam bentuk cairan perasan (ekstraksi dengan air)(Heyne, 1987).Ekstrak merupakan sari dari tanaman, selain itu menurut Novizan (2002), ekstrak merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tanaman tertentu melalui beberapa metode ekstraksi. Metode ekstraksi untuk produksi komersial, dilakukan dengan cara merendam bahan tanaman yang telah dihancurkan kedalam pelarut khusus seperti methanol, aseton atau triton. Cara ini cukup rumit dan mahal sehingga tidak cocok untuk di terapkan pada tingkat petani. Ekstraksi metabolit sekunder untuk keperluan sendiri dapat menggunakan air dengan metode yang lebih sederhana sehingga dapat dilakukan oleh semua

orang. Senyawa metabolit sekunder yaitu senyawa beracun untuk melindungi spesiesnya dari kepunahan akibat serangan hama dan penyakit.

Peningkatan senyawa aktif dalam ekstrak dalam pelarut air dapat dilakukan dengan dua cara yaitu menambahkan sedikit detergen yang berfungsi sebagai pengemulsi dan merebus campuran bahan selama beberapa saat.

2.3.1 Komponen bahan nabati dari tanaman kemangi (*Ocimum basilicum L*)

Kemangi merupakan tanaman semak semusim dengan tinggi antara 80 – 100 cm. Batang berkayu segi empat, berbulu berwarna kecoklatan. Daun tunggal bulat lancip, tepi bergerigi, panjang daun 4 – 5 cm dan lebar 6 – 30 mm. Bunga berwarna putih atau ungu. Tanaman dapat tumbuh di ladang atau di tempat terbuka lainnya. Bunganya terdapat di bagian ujung batang dan dahan pokok. Keseluruhan bagian tumbuhan dapat mengeluarkan bau yang sangat beraroma. Biji keras, berbentuk bulat telur, diameter ± 1 mm, dan berwarna hitam. Akar tunggang berwarna putih kotor. Kemangi mengandung minyak atsiri, saponin, flavanoid, tanin dan senyawa geranoil, eugenol, linalol serta senyawa lain yang mudah menguap. Minyak kemangi dilaporkan mengandung eugenol > 65 % (wiwin *et al*, 2008).

Minyak atsiri memberikan aroma khas sekaligus begitu banyaknya khasiat pada daun dan buah kemangi. Manohara dan Noveriza (1999) dan Wiratno (2009) mengemukakan bahwa eugenol dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pestisida nabati, mengingat beberapa hasil penelitian menunjukkan senyawa eugenol efektif mengendalikan nematoda, jamur patogen, bakteri dan serangga hama. Oyedemi *et al.* (2008) menyatakan bahwa mekanisme antimikroba eugenol antara lain mengganggu fungsi membran sel, menginaktivasi enzim, menghambat sintesis kitin, sintesis asam nukleat dan protein serta menghambat produksi energi oleh ATP (adenosine triphosphate). Pemanfaatan eugenol sebagai fungisida mampu menekan serangan *Pythophthora palmivora* pada tanaman lada, *Fusarium oxysporum* pada tanaman vanili, *Drechslera maydis* pada tanaman jagung, *Aspergillus spp* pada beras, *Callosobruchusmaculatus* pada biji kacang hijau (Reddy *et al.*, 2006; Mujim, 2009), begitupun pemanfaatan eugenol sebagai nemasida mampu mengendalikan *Meloidogyne incognita* dan *Radhopolus similis* pada tanaman lada, maupun *Globodera rostochiensis* pada tanaman kentang

(Nurdjannah, 2004; Asyiah *et al.*, 2007). Adapun sebagai bakterisida mampu mengendalikan beberapa bakteri patogen seperti *Bacillus subtilis* pada tanaman jahe, *Staphylococcus aurens* pada tanaman nilam dan *Escherichia coli* pada tanaman kentang (Wiratno, 2009). Selain itu kemangi, juga mengandung senyawa *flavanoid* yang bermanfaat sebagai antiradikal bebas.

2.3.2 Komponen bahan nabati dari tanaman sirih (*Piper betle* L)

Sirih merupakan tanaman merambat dan dapat mencapai tinggi 15 m. Batang sirih berwarna coklat kehijauan, berbentuk bulat, beruas dan merupakan tempat keluarnya akar. Daun tunggal berbentuk jantung, berujung runcing, tumbuh berselang-seling, bertangkai, dan mengeluarkan bau yang sedap bila diremas. Bunganya majemuk berbentuk bulir dan terdapat daun pelindung \pm 1 mm berbentuk bulat panjang. Pada bulir jantan panjangnya sekitar 1,5 - 3 cm dan terdapat dua benang sari yang pendek sedang pada bulir betina panjangnya sekitar 1,5 - 6 cm dimana terdapat kepala putik tiga sampai lima buah berwarna putih dan hijau kekuningan. Buahnya buah buni berbentuk bulat berwarna hijau keabu-abuan. Akarnya tunggang, bulat dan berwarna coklat kekuningan.

Senyawa yang terkandung dalam sirih antara lain minyak atsiri (eugenol sekitar 3,72%, methyl eugenol, karvakrol, kavikol, alil katekol, kavibetol, sineol, estragol), karoten, tiamin, riboflavin, asam nikotinat, vitamin C, tanin, gula, pati, dan asam amino. (Wiwin *et al.*, 2008). Senyawa terbesar yang terkandung dari daun sirih adalah *chavicol* dan *betlepenol*. Senyawa *chavicol* memiliki daya antiseptic yang kuat dan daya bunuh bakterinya bisa sampai lima kali lipat fenol biasa .

2.3.2 Komponen bahan nabati dari tanaman salam (*Syzygium polyanthum*)

Syzygium polyanthum yang dalam bahasa Indonesia biasa disebut dengan daun salam, juga mempunyai nama lain *Eugenia polyantha* atau *Eugenia lucidula*. Tanaman ini dapat ditemukan dari dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 1800 dari permukaan laut. Pohon bertajuk rimbun, tinggi mencapai 25 meter, berakar tunggang, batang bulat dan permukaan licin. Daun tunggal yang letaknya berhadapan dengan mempunyai tangkai yang panjang 0,5-1 cm. Helaian daun bentuknya lonjong sampai elips atau bundar telur sungsang, ujung meruncing, pangkal runcing, tepi rata, panjangnya 5-15 cm, lebar 3-8 cm,

pertulangan menyirip, permukaan atas licin berwarna hijau tua, permukaan bawahnya berwarna hijau muda. Kandungan dari daun salam antara lain minyak atsiri, tannin, eugenol 0,05% dan flavonoid.

a. Minyak atsiri

Minyak atsiri atau dikenal orang dengan nama minyak ateris atau minyak terbang (*essential oil, volatile*) dihasilkan oleh tanaman tertentu. Mekanisme toksitas fenol dalam minyak atsiri menyebabkan denaturasi protein pada dinding sel dengan membentuk struktur tersier protein dengan ikatan nonspesifik atau ikatan disulfida. Sekuisterpenoid dalam minyak atsiri juga menyebabkan kerusakan membran sel oleh senyawa lipofilik.

b. Tannin

Tannin menyebabkan denaturasi protein dengan membentuk kompleks dengan protein melalui kekuatan nonspesifik seperti ikatan hidrogen dan efek hidrofobik sebagaimana pembentukan ikatan kovalen, menginaktifkan adhesiun kuman (molekul untuk menempel pada sel inang), menstimulasi sel-sel *fagosit* yang berperan dalam respon imun selular. Cara kerja anti mikroba berhubungan dengan kemampuan untuk menginaktivasi adhesin mikroba (molekul untuk menempel pada sel inang) yang terdapat pada permukaan sel, enzim yang terikat pada membran sel, *protein transport cell envelope*.

c. Flavonoid

Senyawa ini berfungsi sebagai anti inflamasi, anti alergi dan aktifitas anti kanker serta antioksidan. Flavonoid yang bersifat lipofilik membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler, dan dengan dinding sel , serta merusak membran sel.



3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan Rumah Kawat Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang mulai bulan Maret 2014-Januari 2015

3.2. Alat dan bahan penelitian

Bahan yang digunakan adalah daun kedelai sehat,daun kedelai yang terserang penyakit karat sebagai sumber inokulum, kompos, pupuk NPK, daun sirih hijau, daun salam, daun kemangi, alcohol 80%, alkohol 70%, tissue, formalin, kapas, alumenium foil, aquades steril, bibit kedelai, polybag 5kg, tanah, Alat yang digunakan adalah cangkul, gembor, tali, pacak, objek glas, mikroskop, cawan petri, slide cekung, autoclave, Erlenmeyer, selotip, spidol, beaker glas, kertas label,saringan, blender, tabung reaksi, timbangan analitik , kuas, haemocytometer, botol, hand counter, gelas ukur, pisau, pipet.

3.3. Persiapan dan pelaksanaan laboratorium

3.3.1 Persiapan di laboratorium

a. Ekstraksi menggunakan vacum rotary evaporator

Bahan-Bahan yang digunakan sebagai bahan pembuat ekstrak nabati adalah daun sirih, daun kemangi dan daun salam, 20 gram daun tanaman dicuci bersih dan dibilas dengan Alkohol 70%, kemudian dipotong-potong $\pm 0,5$ cm dan direndam dalam 100 ml alcohol 80%, dishaker selama 24 jam dan disaring, setelah itu evaporasi menggunakan evaporator hingga diperoleh ekstrak murni, evaporasi hingga menghasilkan ekstrak murni di peroleh untuk satu jenis ekstrak adalah ± 4 jam. 1 liter larutan menghasilkan 200 ml ekstrak murni. ekstrak murni tersebut dimasukan kedalam botol dan ditutup rapat.(Senjaya dan Wahyu, 2008)

b. Penyediaan suspensi jamur karat (*Phakopsora pachyrhizi*)

Suspensi jamur karat dalam bentuk urediospora yang digunakan sebagai inokulum didapat dari daun kedelai yang terserang penyakit karat. Gejala penyakit karat berupa bercak yang kebanyakan terdapat dipermukaan bawah daun. Bercak berubah dari abu-abu menjadi coklat dan dibatasi oleh tulang daun, ditengah-



tengah bercak muncul pustul yang merupakan uredium. Uredium merupakan struktur fase infeksi berulang yang didalamnya terdapat urediospora (Caldwell dan Laing, 2002).

Pembuatan suspensi yaitu daun kedelai yang terserang diambil daunnya kemudian di sapu perlahan-lahan dengan menggunakan kuas agar urediospora tidak berhamburan kemana-mana dan dicampur menggunakan aquadesh steril sehingga di peroleh suspensi jamur karat kedelai. Perhitungan kerapatan suspensi menggunakan haemocytometer. Suspensi urediospora dianggap sebagai biakan murni karena jamur ini merupakan parasit obligat. Penyemprotan suspensi dilakukan sebanyak 15 kali semprotan dalam satu tanaman kedelai atau sebanyak 0,6 ml larutan dengan konsentrasi 25%.

Perhitungan kerapatan spora dilakukan dengan mengambil 1 ml suspensi jamur kemudian diteteskan diatas *hymocitometer*. Kerapatan urediospora yang digunakan adalah $4,5 \times 10^5$ urediospora/ml

Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus Hadioetomo (1993) sebagai berikut:

$$C = \frac{t}{n \times 0,25} \times 10^6 \text{ urediospora}$$

Keterangan:

C = konsentrasi konidia/ml pelarut

t = jumlah urediospora dalam semua kotak contoh

n = Jumlah semua kotak contoh yang dihitung (5×16 kotak kecil = 80)

0.25 = Faktor koreksi

3.3.2. Pelaksanaan di laboratorium

a. Pengamatan presentase urediospora berkecambah dan panjang tabung kecambah

Pengamatan presentase urediospora yang berkecambah dan panjang tabung kecambah dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial. Dimana terdapat 4 perlakuan 10 ulangan, yang terdiri dari perlakuan kontrol (P0), eksrak daun salam (P1), ekstrak daun sirih (P2), dan ekstrak daun kemangi (P3), Dimana rumus mencari ulangan adalah

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$



Dimana: t= treatment (perlakuan)

r= repeatation (ulangan)

pengujian invitro pengamatan terhadap presentase jumlah urediospora berkecambah dilakukan dengan cara spora direndam dalam tetesan air pada gelas sediaan yang berisi fungisida (Sastrahidayat dan Djauhari, 2012). Persentase kecambah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V = \frac{K_1}{K_2} \times 100$$

Keterangan: V = Daya kecambah urediospora (%)

K₁ = Jumlah urediospora yang berkecambah

K₂ = Jumlah urediospora yang diamati

Sebanyak 5ml masing-masing ekstrak nabati dengan konsentrasi 25% diletakan kedalam botol berukuran kecil, kemudian urediospora *Phakopsora pachyrizi* dari 1 daun kedelai (trifoliat) bergejala dimasukan kedalam botol menggunakan kuas, selanjutnya botol tersebut di tutup dan diamati setiap 3 jam sekali sebanyak 5 kali pengamatan dibawah mikroskop menggunakan slide cekung. Pengamatan dibawah mikroskop dengan menghitung persentase perkecambahan spora pada satu sudut pandang berukuran 50 μm dengan menggunakan handcounter

3.4 Persiapan dan pelaksanaan di rumah kawat

a. Sterilisasi tanah

Tanah disterilkan menggunakan formalin 4% dan diinkubasi selama 14 hari agar residu efek dari formalin hilang. Tanah yang sudah steril kemudian dicampur dengan kompos sebanyak 45 gram/polybag gram tanah hingga rata. Tanah yang sudah tercampur tersebut di masukan kedalam polybag 5 kilo gram.

b. Penanaman dan pemupukan

Tanah dimasukan kedalam polybag sebanyak 72 polybag,kemudian diletakan dengan jarak tanam 50x30 cm. Setiap polybag ditanam dengan 4 bibit kedelai dan diupayakan 2 benih yang bisa tumbuh. Sebelumnya perlakuan benih dilakukan dengan cara benih direndam menggunakan air mineral selama 24 jam.

Pemeliharaan tanaman dilakukan yaitu pemupukan, penyiraman,dan pengendalian gulma. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk urea dengan dosis 50kg/ha pada saat tanam bersama dengan 100kg SP36/ha dan



75kg/ha (Purwono,dan Purnamawati,2010). Penyiraman tanaman pada sore hari serta pengendalian gulma dilakukan secara manual.

3.4.1. Pelaksanaan di rumah kawat

Pelaksanaan dirumah kawat dengan cara mengamati masa inkubasi, jumlah bercak, intensitas serangan, dan menghitung kehilangan hasil yang bisa di selamatkan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial. Dimana terdapat 4 perlakuan 6 ulangan, yang terdiri dari perlakuan kontrol (P0), eksrak daun salam (P1), ekstrak daun sirih (P2), dan ekstrak daun kemangi (P3), masing masing perlakuan terdiri dari 3 polybag, dan masing-masing polybag terdiri dari 2 tanaman, sehingga total polybag yang digunakan sebanyak 72 polybag dengan 144 tanaman kedelai. Tanaman yang sudah berumur 30 HST (Hari Setelah Tanam) disemprot dengan bahan ekstrak nabati sebanyak 15 kali semprotan atau sama dengan 0,6 ml/tanaman dengan konsentrasi ekstrak 25% kemudian diinokulasi dengan suspensi urediospora menggunakan kerapatan $4,5 \times 10^5$ selanjutnya tanaman disungkup menggunakan pelastik bening selama 3 hari, pengamatan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Masa inkubasi

Pengamatan masa inkubasi pada daun kedelai dilakukan setiap hari sejak hari pertama perlakuan hingga muncul gejala.

b. Jumlah bercak

Perhitungan bercak dimulai pada saat gejala pertama sudah tampak, kemudian diamati setiap tiga hari sekali dengan menggunakan handcounter untuk memudahkan dalam perhitungan.

c. Intensitas serangan

Pengamatan intensitas serangan mulai dilakukan pada waktu tanaman berumur 30 HST. Pengamatan intensitas serangan dilakukan sebanyak 5 kali dengan interval 3hari.

Menurut Abadi (2000) untuk menghitung intensitas serangan digunakan rumus:

$$IS = \frac{\Sigma (n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$



Keterangan:

IS = Intensitas serangan

n = Jumlah atau bagian tanaman yang diamati dari tiap katagori serangan

v = Nilai skala tiap katagori serangan

N= jumlah tanaman atau bagian tanaman yang diamati

Z = Skala serangan tertinggi

Nilai serangan katagori serangan untuk penyakit adalah:

0 = Tidak ada serangan

1= 0-25% luas permukaan daun terserang

2= 26-50% luas permukaan daun terserang

3= 51-75% luas permukaan daun terserang

4= 76-100% luas permukaan daun terserang

e. Produksi polong kedelai terselamatkan

Produksi polong kedelai terselamatkan dihitung dengan cara membandingkan hasil produksi polong kedelai yang didapat dari perlakuan kontrol dengan hasil produksi dari perlakuan bahan nabati, dan dikonfersikan kedalam satuan persen (%)

f. Analisa Data

Keefektifan pestisida nabati dari beberapa tanamandiuji dengan analisis ragam menggunakan uji F dengan taraf 5% dan apabila terlihat pengaruh nyata antar perlakuan maka akan dilanjut dengan uji BNT

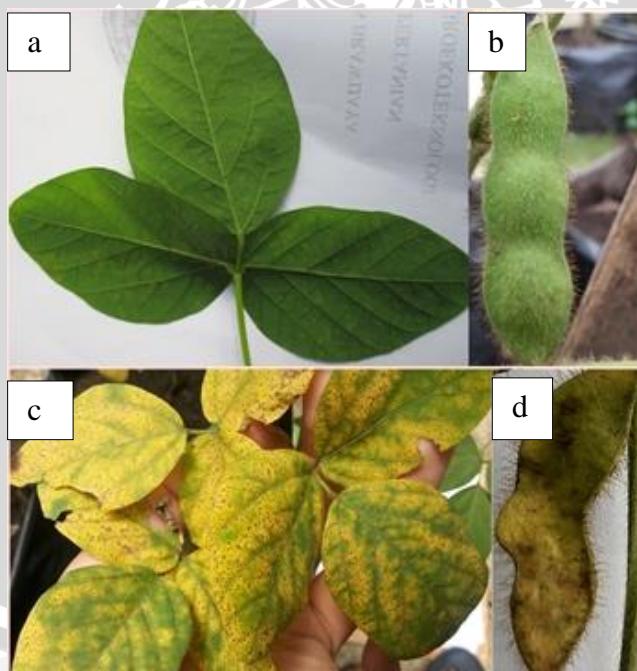


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1 Gejala serangan jamur *Phakopsora pachyrhizi*

Gejala awal serangan terjadi sekitar 7 hari setelah inokulasi kemudian gejala tersebut membentuk bercak-bercak kecil berwarna coklat kekuningan dan membentuk pustul, pustul adalah kumpulan dari uredium penghasil urediospora. Gejala awal biasanya muncul pada kanopi bagian bawah daun dan pada bagian permukaan bawah daun disekitar tulang daun. Bercak-bercak tersebut meskipun umumnya terdapat pada permukaan bawah daun, dapat juga terdapat pada permukaan daun bagian atas. Bercak-bercak tersebut kemudian menyebar ke tanaman lain yang menyebabkan tanaman menjadi terinfeksi. Pada perkembangan tanaman berikutnya tanaman kedelai mulai berbunga dan bercak yang dihasilkan semakin banyak, bercak tersebut berubah menjadi berwarna coklat kehitaman. Serangan berat penyakit karat kedelai dapat mengakibatkan daun gugur dan polong hampa (Gambar 4.1)



Gambar 4.1 Gejala serangan penyakit karat *P. pachyrhizi* pada tanaman kedelai.

- Keterangan:
- a. Daun kedelai sehat
 - b. Polong kedelai sehat
 - c. Gejala serangan pada daun
 - d. Gejala serangan pada polong

Penyakit karat kedelai disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrizi*. Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis terlihat bahwa urediospora yang dihasilkan oleh uredium memiliki ciri-ciri berbentuk bulat seperti telur dengan bagian tepi bergerigi, dikelilingi dengan bulu-bulu halus. Urediospora berwarna kuning keemasan sampai colat muda, jika urediospora diamati beberapa jam kemudian pada kondisi yang sesuai urediospora akan mengalami perkecambahan dan membentuk tabung kecambah (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Urediospora *Phakopsora pachyrizi*

4.1.3 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap perkecambahan spora dan panjang tabung kecambah *Phakopsora pachyrizi*

a. perkecambahan spora *Phakopsora pachyrizi*

Berdasarkan hasil analisis ragam perkecambahan spora perlakuan kontrol pada setiap 3 jam sekali selama 5 kali pengamatan terlihat bahwa pada perlakuan kontrol urediospora yang berkecambah semakin meningkat sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi perkecambahan urediospora juga mengalami peningkatan tetapi jumlah urediospora yang berkecambah tidak sebanyak pada perlakuan kontrol. Perlakuan ekstrak daun kemangi merupakan perlakuan yang efektif pada 6 jam setelah perlakuan.

Tabel 4.1 Rerata perkecambahan spora *P. pachyrizi* pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi setiap 3 jam sekali.

Perlakuan	Rerata (%)				
	3	6	9	12	24
Kontrol	5,06 a	5,46 a	6,37 a	6,54 a	6,32 a
Salam	2,39 b	3,16 b	3,41 b	3,10 b	4,54 b
Sirih	2,21 b	2,37 b	2,10 b	2,50 b	2,38 c
Kemangi	1,53 b	1,02 c	1,53 b	1,38 b	1,99 c
BNT	1,15	1,30	1,45	1,35	1,20

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Perlakuan ekstrak daun salam, daun sirih, dan daun kemangi 3 jam dan 12 jam setelah perlakuan terlihat bahwa perlakuan memiliki pengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan spora dibandingkan dengan perlakuan kontrol, pada 6 jam setelah perlakuan terlihat bahwa perlakuan ekstrak daun kemangi merupakan perlakuan yang efektif dalam menghambat perkecambahan spora dibandingkan dengan perlakuan ekstrak lainnya, dan pada pengamatan terakhir 24 jam setelah perlakuan perlakuan kontrol tidak berpengaruh nyata terhadap perkecambahan spora, perlakuan ekstrak daun salam berpengaruh nyata terhadap perkecambahan spora dibandingkan dengan perlakuan kontrol, pada perlakuan ekstrak daun sirih dan kemangi terlihat pengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan spora dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan ekstrak daun salam.

Setiap pengamatan 3 jam sekali selama 5 kali pengamatan terlihat bahwa perlakuan ekstrak daun sirih dan daun kemangi efektif menghambat perkecambahan urediospora. Rata-rata persentase perkecambahan spora pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan kemangi pada jam ke-24 secara berturut-turut yaitu 6,32 % ,4,54%, 2,38 %, 1,99%

b. Panjang tabung kecambah *Phakopsora pachyrizi*

Berdasarkan hasil analisis ragam panjang tabung kecambah urediospora dapat dilihat pada Tabel 4.3 menunjukan pada pengamatan 3, 6, 9, 12, 24 jam setelah perlakuan terlihat bahwa perlakuan ekstrak daun salam, daun sirih, dan daun kemangi memiliki pengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi terlihat panjang tabung kecambah lebih pendek dibandingkan panjang tabung yang dimiliki oleh



perlakuan kontrol dari setiap pengamatan. Pada pengamatan jam ke-6 setelah perlakuan terlihat bahwa perlakuan ekstrak daun sirih dan daun kemangi berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan ekstrak daun salam.

Tabel 4.2 Rerata panjang tabung kecambah uredispora *P. pachyrizi* pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi setiap 3 jam sekali selama 5 kali pengamatan.

Perlakuan	Rerata Panjang Tabung Kecambah (μm)				
	3	6	9	12	24
Kontrol	29,32 a	46,36 a	146,00 a	131,56 a	132,50 a
Salam	15,05 b	25,74 b	21,35 b	16,23 b	37,61 b
Sirih	10,87 b	4,18 c	16,44 b	14,86 b	16,98 b
Kemangi	5,15 b	2,16 c	5,84 b	1,70 b	16,20 b
BNT	9,99	10,88	36,02	27,02	34,15

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Pengamatan yang dilakukan setiap 3 jam sekali sebanyak 5 kali pengamatan terlihat bahwa rata-rata panjang tabung kecambah yang dimiliki oleh perlakuan kontrol secara berturut-turut sebanyak 5 kali pengamatan yaitu 29,32; 46,36; 146,00; 131,56; 132,50., sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi yaitu 5,15; 2,16; 5,84; 1,70; 16,20. Hal ini terlihat bahwa ekstrak daun kemangi mampu memperlambat terbentuknya panjang tabung kecambah (Lampiran Gambar 8).

4.1.3 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap masa inkubasi jamur *Phakopsora pachyrizi*

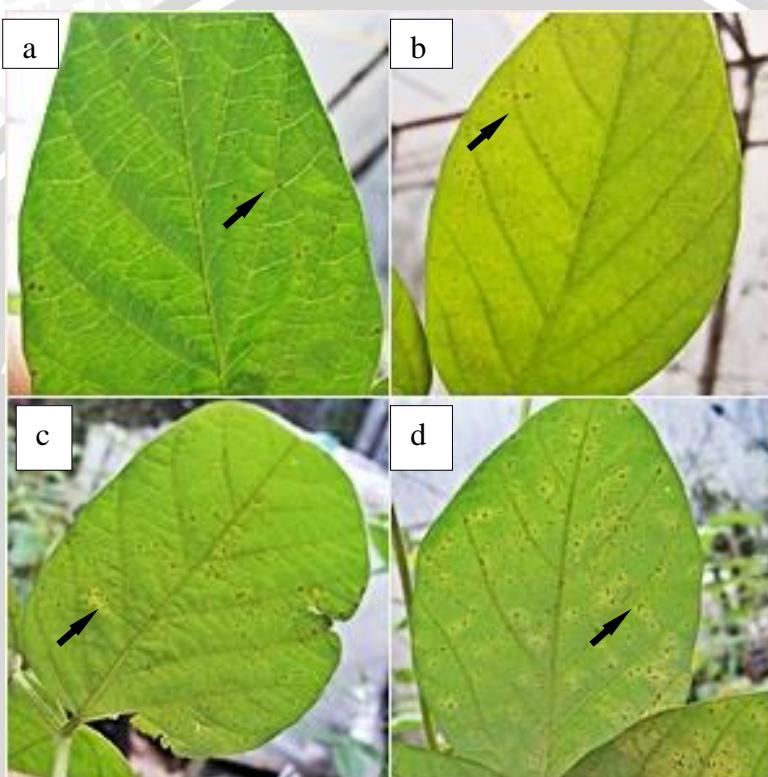
Berdasarkan hasil pengamatan rata-rata masa inkubasi penyakit karat yang di sebabkan oleh *Phakopsora pachyrizi* tercantum dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Rata-rata masa inkubasi *P. pachyrizi* pada daun kedelai

Perlakuan	Rerata Masa Inkubasi (Hari)
Kontrol	6
Salam	6
Sirih	7
Kemangi	8



Pada tabel 4.3 terlihat bahwa masa inkubasi jamur *Phakopsora pachyrizi*. Perlakuan kontrol dan ekstrak daun salam memiliki masa inkubasi lebih cepat dibandingan dengan perlakuan ekstrak daun sirih dan daun kemangi. Pada perlakuan kontrol dan ekstrak daun salam diketahui bahwa rata-rata masa inkubasi adalah hari ke-6 setelah perlakuan, sedangkan pada perlakuan ekstrak daun sirih masa inkubasi terjadi pada hari ke-7 setelah perlakuan dan pada ekstrak daun kemangi masa inkubasi terjadi pada hari ke-8 setelah perlakuan.(Gambar 4.3)



Gambar 4.3 Masa inkubasi 7 hari setelah perlakuan

Keterangan: Tanda panah merupakan pustule karat pada daun kedelai:

- a: Perlakuan ekstrak kemangi
- b: Perlakuan ekstrak sirih
- c: Perlakuan ekstrak salam
- d: Perlakuan kontrol

Berdasarkan pengamatan masa inkubasi terlihat pada Gambar 4.3 bahwa bercak yang dihasilkan pada perlakuan daun kemangi lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan ekstrak daun sirih, salam dan kontrol, pada perlakuan kontrol terlihat bercak hampir memenuhi bagian sisi daun, penyebaran penyakit karat kedelai terjadi sangat cepat.

Penelitian ini menggunakan suhu ini berkisar 29-30°C pada siang hari dengan kelembaban yang relatif tinggi berkisar 86%. Suhu dan kelembaban pada penelitian ini sangat sesuai untuk penyebaran dan perkembangan penyakit karat daun kedelai, sehingga pada perlakuan kontrol terjadi masa inkubasi pada hari ke-6 sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi adalah perlakuan yang paling efektif untuk pencegahan penyakit karat daun kedelai dengan rata-rata masa inkubasi hari ke-8 setelah perlakuan

4.1.4 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap jumlah bercak dan intensitas serangan

a. Jumlah bercak

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Jumlah bercak pada setiap 3 hari pengamatan mengalami peningkatan secara terus-menerus pada setiap perlakuan. Pada perlakuan kontrol peningkatan jumlah bercak paling banyak pada setiap pengamatan dan pada perlakuan ekstrak daun kemangi terlihat bahwa jumlah bercak mengalami kenaikan tetapi jumlah bercak yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan ekstrak lainnya. (lampiran Gambar 9). Jumlah rerata bercak pada masing-masing perlakuan yang terdiri dari perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi terlihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Jumlah bercak *P. pachyrizi* pada 5 kali pengamatan

Perlakuan	Rata-rata jumlah Bercak				
	44 HST	47 HST	50HST	53 HST	57 HST
Kontrol	204,99 a	349,56 a	685,64 a	1255,74 a	1874,81 a
Salam	160,57 b	244,71 b	405,44 b	735,22 b	1251,59 b
Sirih	129,15 c	190,86 c	300,89 c	478,35 c	868,68 c
Kemangi	85,26 d	135,12 d	196,88 d	315,36 d	527,77 d
BNT	9,74	19,11	53,80	59,34	94,93

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Jumlah bercak akibat serangan penyakit karat daun kedelai yang terendah diketahui dari perlakuan ekstrak daun kemangi pada pengamatan terakhir sebesar 527,77 bercak, jika dibandingkan dengan kontrol yaitu sebanyak 1874,81 bercak. Perlakuan ekstrak daun kemangi adalah perlakuan yang efektif dalam menekan

perkembangan penyakit karat daun kedelai dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

b. Intensitas serangan

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Intensitas serangan pada setiap 3 hari sekali pengamatan mengalami peningkatan secara terus-menerus, pada perlakuan ekstrak daun kemangi terlihat bahwa intensitas serangan mengalami penaikan setiap pengamatan tetapi intensitas serangan yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Intensitas serangan yang dihasilkan oleh perlakuan kontrol (Lampiran Gambar 10). Ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi secara berturut-turut pada pengamatan ke 5 adalah 63,07%; 54,84%; 46,28%; 38,21%.

Tabel 4.5. Rerata intensitas serangan pada setiap pengamatan

Perlakuan	Rerata Intensitas Serangan (%)				
	44 HST	47 HST	50HST	53 HST	57 HST
Kontrol	26,97 a	38,75 a	45,56 a	57,99 a	63,07 a
Salam	21,30 b	29,24 b	37,92 b	52,26 b	54,84 b
Sirih	14,99 c	21,46 c	31,08 c	42,12 c	46,28 c
Kemangi	7,55 d	15,67 d	25,20 d	34,55 d	38,21 d
BNT	2,33	3,09	2,65	4,06	3,61

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Berdasarkan hasil penelitian ini, serangan penyakit karat kedelai pada setiap perlakuan tergolong tinggi, sehingga produksi yang dihasilkan rendah. Pengamatan yang dilakukan setiap 3 hari sekali sebanyak 5 kali pengamatan terlihat bahwa rerata intensitas serangan yang dimiliki oleh perlakuan kontrol secara berturut-turut sebanyak 5 kali pengamatan memiliki nilai intensitas tertinggi yaitu 26,97%; 38,75%; 45,56%; 57,99%; 63,07% sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi memiliki nilai intensitas lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan ekstrak lainnya yaitu 7,55%; 15,67%; 25,20%; 34,55%; 38,21%. Nilai penghambatan yang dihasilkan oleh ekstrak daun kemangi secara berturut turut selama 5 kali pengamatan adalah 19,42%, 23,08%, 20,36%, 23,44, 24,86%, rata rata nilai penghambatan yang dihasilkan oleh perlakuan kemangi mampu mencapai 22,23% pada 5 kali pengamatan.



4.1.4 Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap pencegahan kehilangan hasil produksi polong kedelai

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa produksi kedelai yang mampu terselamatkan oleh ekstrak daun kemangi cukup tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan ekstrak daun salam dan daun sirih.(Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Produksi kehilangan hasil yang mampu terselamatkan oleh serangan penyakit karat kedelai *P.pachyrizi*

Perlakuan	Produksi yang terselamatkan(%)
Salam	21%
Sirih	37%
Kemangi	69%

Dari tabel 4.6 dapat terlihat bahwa produksi polong kedelai yang dapat diselamatkan dari serangan penyakit karat kedelai dapat diketahui bahwa pada perlakuan salam sebesar 21%, sedangkan pada perlakuan ekstrak daun sirih sebesar 37%, sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi memiliki nilai yang lebih tinggi dalam produksi kehilangan hasil yang mampu terselamatkan oleh serangan penyakit karat kedelai yaitu sebesar 69%.

4.2 Pembahasan Umum

Jamur penyebab karat dilapang dapat ditularkan oleh hembusan udara atau angin kecang dan pada jarak yang bervariasi dari beberapa centimeter sampai beberapa kilometer, jamur karat bertanggung jawab terhadap epidemi yang paling sering terjadi pada penyebaran luas (Abadi, 2000). Gejala yang disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrizi* terlihat bahwa adanya bercak berwarna kuning kecoklatan yang menyerang daun dan polong pada tanaman kedelai, Bercak tersebut dapat menyebar ketanaman lain melalui hembusan angin, sehingga tanaman lain dapat ikut terinfeksi. Menurut Semangun (1993) bahwa gejala serangan penyakit karat daun kedelai mula-mula terjadi bercak-bercak kecil kelabu, bercak tersebut kemudian berubah menjadi coklat atau coklat tua dan membentuk pustul. Pustul merupakan kumpulan uredium. Pustul yang telah matang akan pecah dan mengeluarkan tepung yang warnanya seperti karat besi. Tepung tersebut merupakan kantung-kantung spora yang disebut uredium dan berisi uredospora. Bercak tampak bersudut-sudut, karena dibatasi oleh tulang-tulang daun di dekat tempat terjadinya infeksi.



Pengamatan secara mikroskopis menunjukan bahwa terdapat urediospora yang berbentuk bulat seperti telur yang kelilingi oleh bulu-bulu halus dan akan berkembang membentuk tabung kecambah pada sebagian urediospora, panjang tabung tersebut semakin panjang pada setiap 3 jam sekali. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumartini (2010) bahwa penyakit karat disebabkan oleh cendawan *P. pachyrhizi*. Spora cendawan dibentuk dalam uredium dengan diameter 25–50 μm . Uredospora berbentuk bulat telur, berwarna kuning keemasan sampai coklat muda dengan diameter 18–34 μm sampai 15–24 μm . Permukaan uredospora bergerigi. Uredospora akan berkembang menjadi teliospora yang dibentuk dalam telia. Telia berbentuk bulat panjang dan berisi 2–7 teliospora. Teliospora berwarna coklat tua, berukuran 15–26 μm sampai 6–12 μm . Stadium teliospora jarang ditemukan di lapangan dan tidak berperan sebagai inokulum awal.

Pengamatan persentase urediospora dan panjang tabung urediospora terlihat bahwa perlakuan kontrol memiliki persentase perkecambahan urediospora tertinggi dan panjang tabung kecambah yang panjang jika dibandingkan dengan perlakuan ekstrak lainnya. Perlakuan ekstrak daun kemangi merupakan perlakuan yang efektif memiliki panjang tabung yang lebih rendah. Pada perlakuan kontrol rata-rata persentase urediospora berkecambah pada pengamatan terakhir 24 jam setelah perlakuan sebesar 6,32% dan panjang tabung yang dimiliki oleh perlakuan kontrol pada 24 jam setelah perlakuan adalah 132,50 μm , sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi rata-rata persentase urediospora berkecambah pada pengamatan terakhir 24 jam setelah perlakuan sebesar 1,99% dan panjang tabung yang dimiliki oleh perlakuan kemangi pada 24 jam setelah perlakuan adalah 16,20 μm . Hal ini juga terjadi ketika pengamatan masa inkubasi di lapang. Pengamatan masa inkubasi terlihat bahwa gejala yang disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrhizi* pada perlakuan kontrol dan ekstrak daun salam masa inkubasi terjadi lebih cepat jika dibandingkan dengan perlakuan ekstrak daun sirih dan daun kemangi. Hal ini diduga adanya kandungan senyawa-senyawa yang terkandung didalam daun sirih dan daun kemangi yang mampu menyebabkan terhambatnya perkecambahan spora. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sumartini dan Yusmani (2001), bahwa daun sirih mempunyai senyawa-senyawa hasil metabolit sekunder dan senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa yang

biasa di gunakan oleh tanaman untuk mempertahankan dirinya dari serangan hama dan patogen. Koerniarti *et. al* (1994) menyatakan bahwa senyawa yang terkandung didalam daun sirih yaitu Derivate fenol (eugenol dan chavicol)sekitar 3,72%, berkhasiat sebagai antiseptik dan khususnya Kavikol diketahui mempunyai daya pembunuhan bakteri lima kali fenol biasa. Daun sirih juga dapat dapat mengendalikan jamur (Sumartini, 2001). Sedangkan kandungan dari daun kemangi yaitu banyak mengandung minyak atsiri, terutama senyawa Inalool, eugenol, metil khavikol dalam jumlah besar hampir 40 persen (Siemonsma dan Piluek,1998).

Manohara dan Noveriza (1999) dan Wiratno (2009) mengemukakan bahwa eugenol dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pestisida nabati, mengingat beberapa hasil penelitian menunjukkan senyawa eugenol efektif mengendalikan nematoda, jamur patogen, bakteri dan serangga hama. Hasil penelitian tahun 2006 menunjukkan bahwa ekstrak cengkeh mampu menekan jamur karat *P. pachyrizi*. Cengkeh mengandung bahan anti cendawan antara lain eugenol sekitar 70%, dan kandungan senyawa ini dimiliki oleh daun kemangi, daun sirih, dan daun salam. Oyedemi *et al.* (2008) menyatakan bahwa mekanisme antimikroba eugenol antara lain mengganggu fungsi membran sel, menginaktivasi enzim, menghambat sintesis kitin, sintesis asam nukleat dan protein serta menghambat produksi energi oleh ATP (adenosine triphosphate).

Suhu dan kelembaban merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya penyebaran penyakit karat daun kedelai. Pada penelitian ini suhu berkisar antara 29-30⁰C pada siang hari dan kelembaban yang relatif tinggi yaitu 86%. Suhu dan kelembaban pada penelitian ini sangat sesuai untuk penyebaran penyakit karat kedelai, sehingga pada perlakuan kontrol terjadi masa inkubasi pada hari ke-6 sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi adalah perlakuan yang paling efektif untuk pencegahan penyakit karat daun kedelai dengan rata-rata masa inkubasi hari ke-8 setelah perlakuan, menurut Caldwell dan Laing (2002) waktu untuk menimbulkan gejala karat daun kedelai setelah infeksi adalah 9-10 hari. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sumartini (2010) yang menunjukkan bahwa kelembaban relatif 80-87% menyebabkan jumlah pustul karat

paling banyak jika dibandingkan dengan kelembaban relatif 77 atau 94%, dan pada suhu antara 25-30°C sangat sesuai untuk terjadinya infeksi jamur karat.

Pengaruh ekstrak bahan nabati terhadap jumlah bercak dan intensitas serangan juga berpengaruh terhadap pencegahan penyakit karat yang disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrizi*. Semakin banyak jumlah bercak maka semakin tinggi pula intensitas serangan yang dihasilkan. Dari hasil pengamatan jumlah bercak dan intensitas serangan perlakuan kontrol merupakan perlakuan yang memiliki jumlah bercak dan intensitas yang tinggi dan perlakuan ekstrak daun kemangi merupakan perlakuan yang memiliki jumlah bercak dan intensitas serang yang paling rendah. Diduga banyaknya jumlah bercak dan tingginya intensitas serangan secara tidak langsung dapat mempengaruhi produksi tanaman kedelai.

Produksi polong kedelai yang dapat diselamatkan dari serangan penyakit karat kedelai dapat diketahui bahwa pada ekstrak daun salam sebesar 21% pada perlakuan ekstrak daun sirih sebesar 37%, sedangkan pada perlakuan ekstrak daun kemangi produksi yang mampu terselamatkan dari serangan penyakit karat daun kedelai mencapai 69%. Tingginya intensitas serangan dan jumlah bercak menyebabkan hasil produksi menurun. Menurut Sudjono *et al* (1985) kehilangan hasil serangan penyakit karat kedelai mampu mencapai 90%. Tingginya intensitas serangan penyakit karat kedelai mampu menurunkan hasil produksi kedelai, semakin tinggi intensitas serangan maka produksi kedelai akan semakin rendah, hal ini terlihat ketika pengamatan di rumah kawat tingginya intensitas serangan menyebabkan bunga sulit terbentuk karena sebagian besar daun-daun mengalami defoliasi dan polong hampa, sehingga hasil produksi yang mampu terselamatkan oleh perlakuan ekstrak daun salam dan sirih adalah 21% dan 37%, hal ini sesuai dengan pernyataan Hardjowigeno (1995) yang menyatakan bahwa bunga yang terbentuk akan mempengaruhi jumlah polong kedelai yang terbentuk, sehingga akan mempengaruhi berat basah polong dan berat kering polong kedelai.



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pemberian ekstrak bahan nabati memiliki pengaruh nyata dalam pencegahan penyakit karat daun kedelai
2. Intensitas serangan yang dihasilkan oleh perlakuan kontrol, ekstrak daun salam, daun sirih dan daun kemangi secara berturut-turut pada pengamatan terakhir adalah 63,07%; 54,84%; 46,28%; 38,21% dengan jumlah bercak terendah perlakuan ekstrak daun kemangi sebanyak 527,77 bercak, dan jumlah bercak tertinggi perlakuan kontrol sebanyak 1874,81 bercak.
3. Produksi polong kedelai yang dapat diselamatkan dari serangan penyakit pada perlakuan ekstrak daun salam sebesar 21%, pada perlakuan ekstrak daun sirih sebesar 37%, sedangkan pada perlakuan ekstrak kemangi sebesar 69%.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai manfaat senyawa eugenol murni untuk memastikan kandungan senyawa tersebut berfungsi dalam pencegahan penyakit karat kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L, 2000. Epidemiologi dan strategi pengolahan penyakit tumbuhan. Brawijaya University Press. 116 hlm
- Alexopoulos,C.W.,CJ. Mims, M.Blackwell. 1996. Introductory mycology. Fouth edition John Willey and Sons. Inc. Newyork. 880 hlm
- Anonymous. 2014^a. Penyakit karat kedelai. <http://bapeluh.blogspot.com/2010/04/penyakit-karat-daun-phakopsora.html> diakses 23 Febuari 2014
- Anonymous. 2014^b. Budidaya tanaman kedelai (*Glycine max* L). *Budidaya_tanaman_kedelai.pdf*. 43 hlm
- Anonymous. 2015^c. Pedoman teknis pengelolaan produksi kedelai Tahun 2015. Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian
- Asyiah, I.N., E. Yulinah, M., Sutisna dan Buchari. 2007. Pengaruh berbagai ekstrak metanol tumbuhan terhadap mortalitas juvenil instar-2 dan penetasan telur nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis*). <http://jurnal.pdii.lipi.go.id>. diakses 20 Febuari 2015
- Guenther, E. 1990. Minyak atsiri. Jilid IVB. Universitas Indonesia. Jakarta. 480 – 494 hlm
- Hadioetomo, R. S. 1993. Mikrobiologi dasar dalam praktek: Tehnik dan prosedur dasar laboratorium. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 161 hlm.
- Hardjowigeno S. 1995. Ilmu tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. 215 hlm
- Heyne. 1987. Tanaman berguna Indonesia. Jilid III. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta. 21 Hal
- Liliek N., Yesi D., Sri M. 2012. Penetapan kadar eugenol dalam minyak atsiri dari daun sirih merah (*Piper cf fragile Benth.*) dan sirih hijau (*Piper betle L.*) secara kromatografi gas. Fakultas Farmasi Universitas Pancasila, Jakarta. 1-7 hlm
- Manohara, D. dan R. Novariza. 1999. Potensi tanaman rempah dan obat sebagai pengendali jamur *Phytophthora capsici*. Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan Pestisida Nabati : 406-421 hlm.
- Miles, Monte R., Reid D., Frederick ang Glen L., Hartman. 2003. Soebean Rust : is the U.S. Soebean crop at Risk. Available at <http://www.apsnet.org/online/feature/rust>. Diakses 23 februari 2014



- Muhibuddin, A. 2011. Patogen penting pada serangga hama. Kanisius. Malang. 120 hlm.
- Mujim, S. 2009. Efikasi ekstraks air daun cengkeh dalam penekanan perkembangan *Drechslera maydis* in vitro. Jurnal HPT Tropika 9(1) : 78-82 hlm
- Novizan, 2002. Membuat dan memanfaatkan pestisida ramah lingkungan. Agromedia Pustaka. Tanggerang. 94 hlm.
- Nurdjannah, N. 2004. Diversifikasi penggunaan cengkeh. Perspektif 3(2) : 61-70 hlm
- Oyedemi, S.O., Okoh A.I., Mabinya L.V., Pirochenva G. and Afolayan A.J.. 2008. The proposed mechanism of bactericidal action of eugenol, α -terpinol and γ -terpinene against *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli*. African Journal of Biotechnology 8(7) : 1280-1286 hlm.
- Purwono dan Heni P. 2010 Budidaya 8 jenis tanaman pangan unggul. Penebar Swadaya. Jakarta. 144 hlm.
- Ramlan Dan Nurjanani 2011. Pengenalan penyakit karat daun (*Phakopsora pachyrhizi*) dan pengelolaannya pada kedelai. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Vol.1.,No.4.,2011
- Reddy, C.S., K.R.N. Reddy, U.N. Mangala and K. Muralidharan. 2006. Eugenol an antifungal component in clove that checks the contamination of *Aspergillus* in rice.<http://repository.unand.ac.id>. (26 februari 2015).
- Sastrahidayat, I.R dan Syamsuddin, D. 2011. Teknik penelitian fitopatologi (ilmu penyakit tumbuhan). Brawijaya University Press. 172 hlm.
- Sastrahidayat, I.R. 1989. Kajian biologi dan ekologi *Phaakospora pachyrhizi* Sydow pada tanaman kedelai. Jurnal Universitas Brawijaya. 1(2) : 39-46 hlm
- Semangun H. 1991. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 449 hlm.
- Semangun. H. 2008. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. 475 hlm.
- Senjaya, Y.A., Wahyu S. 2008. Potensi Ekstrak Daun Pinus (*Pinus Merkusii* Jungh. Et De Vriese) Sebagai Bioherbisida Penghambat Perkecambahan *Echinochloa colonum* L. dan *Amaranthus viridis*. J. Peren. 4(1): 1-5 hlm.
- Sinaga, M. 1979. Ketahanan uredospora *P. pachyrhizi* Syd pada daun kedelai. Dalam Kumpulan Fitopatologi ke lima. Malang. 1-5 hlm

- Sinclair, J.B. and Hartman G.L. 1999. Soybean rust. In G.L. Hartman, J.B. Sinclair, J.C. Rupe (Eds.) Compendium of Soybean Diseases (Fourth Edition). APS Press The American Phytopathological Society. 25-26 hlm.
- Sudaryanto T dan Swastika D.K.S. 2007. Kedudukan Indonesia dalam perdagangan internasional kedelai. Dalam: Sumarno et al. (Eds.). Kedelai: teknik produksi dan pengembangan Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. P. 28-44 hlm.
- Sudjono, M.S. 1985. Ekobiologi cendawan karat kedelai dan resistensi varietas kedelai. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 60 hlm.
- Sudjono, M.S., M.M. Amir, dan M. Roechan. 1985. Penyakit karat dan penanggulangannya. Dalam Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi (Ed). Kedelai. Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Bogor. 331–356 hlm.
- Sumarno dan S. Sudjono. 1977. Breeding for soybean rust resistance in Indonesia. Report of Workshop on Rust of Soybean Problem and Research Needs. Manila. 66-70 hlm.
- Sumartini. 2006. Keefektivitas ekstrak cengkeh untuk pengendalian penyakit karat pada kedelai. Laporan Teknis tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian Tanaman Pangan.
- Sumartini. 2007. Efektivitas ekstrak bahan nabati untuk pengendalian penyakit karat (*Phakopsora pachyrhizi*) pada kedelai. Jurnal Ilmu Pertanian. Mapeta 9: 70 – 75. Fakultas Pertanian UPN Veteran. Surabaya.
- Sumartini. 2010. Penyakit karat pada kedelai dan cara pengendaliannya yang ramah lingkungan. Jurn Penel dan Pengemb Pert. Indonesian Agricultural Research and Development Journal: 29(3).
- Wiratno. 2009. Cengkih berpotensi sebagai pestisida nabati. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 31(6) : 5-7 hlm.
- Wiwin S., Rini M., Neni G., dan Tati R. 2008. Tumbuhan bahan pestisida nabati dan cara pembuatannya untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Prima Tani Balitsa ISBN : 978-979-8304-58-3. 214 hlm.



LAMPIRAN TABEL

Lampiran 1. Tabel rerata persentase urediospora berkecambah 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

Data ditransformasi ke arcsin V x

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	4,26	4,77	5,05	5,05	4,53	5,52	4,14	7,11	6,36	3,85	50,64	5,06
salam	3,41	0,71	4,77	0,71	2,76	3,99	0,71	2,86	3,24	0,71	23,86	2,39
sirih	0,71	0,71	3,41	0,71	0,71	5,39	0,71	4,32	4,77	0,71	22,13	2,21
kemangi	4,14	0,71	0,71	0,71	3,61	0,71	2,60	0,71	0,71	0,71	15,30	1,53
	Total										111,92	

Lampiran 2. Tabel anova persentase urediospora berkecambah 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

sk	Db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	72,54	24,18	10,34**	2,87	4,38
galat	36	84,20	2,34			
total	39	156,73				
BNT(0,05) =	1,15					

Lampiran 3. Tabel rerata persentase urediospora6 JSP (Jam Setelah Perlakuan)
Data ditransformasi ke arcsin V x

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	3,85	5,59	6,36	5,39	5,39	4,53	6,70	5,39	5,59	5,82	54,62	5,46
salam	5,27	4,23	2,40	2,60	0,71	3,10	4,14	2,68	0,71	5,82	31,65	3,16
sirih	0,71	0,71	5,82	0,71	0,71	5,82	0,71	7,11	0,71	0,71	23,69	2,37
kemangi	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	3,85	0,71	0,71	0,71	10,21	1,02
	Total										120,16	

Lampiran 4. Tabel anova persentase urediospora6 JSP (Jam Setelah Perlakuan)

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	104,02	34,67	11,68**	2,87	4,38
galat	36	107,21	2,98			
total	39	211,23				
BNT(0,05) =	1,3					



Lampiran 5. Tabel rerata persentase urediospora9 JSP (Jam Setelah Perlakuan)
Data ditransformasi ke arcsin V x

Perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	5,05	5,39	8,20	10,02	7,11	5,82	5,82	5,39	5,82	5,05	63,66	6,37
salam	5,82	0,71	5,82	0,71	6,07	0,71	4,53	4,53	4,53	0,71	34,12	3,41
sirih	0,71	0,71	0,71	4,53	4,53	0,71	0,71	4,14	3,61	0,71	21,05	2,10
kemangi	0,71	0,71	0,71	3,85	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	5,82	15,32	1,53
	Total										134,14	

Lampiran 6. Tabel anova persentase urediospora9 JSP (Jam Setelah Perlakuan)

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	139,56	46,52	12,48**	2,87	4,38
galat	36	134,21	3,73			
total	39	273,78				
BNT(0,05) = 1,45						

Lampiran 7. Tabel rerata persentase urediospora 12 JSP (Jam Setelah Perlakuan).
Data ditransformasi ke arcsin V x

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	3,24	6,36	5,52	4,14	8,20	3,85	8,69	7,78	10,02	7,59	65,40	6,54
salam	4,26	2,76	2,86	3,50	3,19	0,71	4,53	0,71	4,32	4,14	30,99	3,10
sirih	4,53	0,71	4,14	0,71	4,53	0,71	0,71	4,14	0,71	4,14	25,02	2,50
kemangi	3,61	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	4,53	0,71	0,71	13,79	1,38
	Total										135,19	

Lampiran 8. Tabel anova persentase urediospora12 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	148,37	49,46	15,38**	2,87	4,38
galat	36	115,74	3,22			
total	39	264,11				
BNT(0,05) = 1,35						

Lampiran 9. Tabel rerata persentase urediospora berkecambah 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

Data ditransformasi ke arcsin V x

Perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	7,11	5,82	7,11	12,27	5,82	5,82	5,05	3,10	5,05	6,07	63,20	6,32
salam	3,85	4,86	4,53	5,05	4,14	5,21	4,72	4,77	4,53	3,72	45,36	4,54
sirih	0,71	3,61	3,85	0,71	3,41	3,85	3,76	2,53	0,71	0,71	23,82	2,38
kemangi	3,99	0,71	0,71	2,76	2,68	4,08	0,71	0,71	2,86	0,71	19,90	1,99
	Total										152,28	



Lampiran 10. Tabel anova persentase urediospora berkecambah 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	121,78	40,59	15,95**	2,87	4,38
galat	36	91,63	2,55			
total	39	213,41				
$BNT(0,05) = 1,20$						

Lampiran 11. Tabel rerata panjang tabung urediospora 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	40,38	18,27	50,46	21,83	43,59	42,40	14,25	20,68	23,38	18,52	293,76	29,38
salam	23,32	0,00	27,01	0,00	32,37	35,17	0,00	17,86	14,67	0,00	150,40	15,04
sirih	0,00	0,00	36,13	0,00	0,00	35,21	0,00	19,44	17,95	0,00	108,73	10,87
kemangi	12,52	0,00	0,00	8,31	0,00	30,63	0,00	0,00	0,00	0,00	51,46	5,15
Total											604,35	

Lampiran 12. Tabel anova panjang tabung urediospora 3 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	3207,57	1069,19	6,04**	2,87	4,38
galat	36	6368,28	176,90			
total	39	9575,85				
$BNT(0,05) = 9,99$						

Lampiran 13. Tabel rerata panjang tabung urediospora 6 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	65,87	31,97	50,90	49,26	68,61	79,56	27,57	32,02	27,45	30,40	463,61	46,36
salam	56,27	16,22	20,58	27,03	0,00	22,18	48,14	44,48	0,00	22,59	257,49	25,75
sirih	0,00	0,00	10,07	0,00	0,00	21,20	0,00	10,50	0,00	0,00	41,77	4,18
kemangi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,61	0,00	0,00	0,00	21,61	2,16
Total											784,48	

Lampiran 14. Tabel anova panjang tabung urediospora 6 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	12959,48	4319,83	20,62**	2,87	4,38
galat	36	7543,60	209,54			
total	39	20503,08				
$BNT(0,05) = 10,88$						

Lampiran 15. Tabel rerata panjang tabung urediospora 9 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	137,81	65,34	81,13	110,62	148,97	191,79	188,59	142,29	47,92	345,54	1460,00	146,00
salam	0,00	44,23	0,00	98,65	0,00	15,58	16,94	21,68	0,00	15,27	212,35	21,24
sirih	0,00	0,00	0,00	15,91	86,65	0,00	0,00	17,55	44,92	0,00	165,03	16,50
kemangi	0,00	0,00	0,00	19,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,36	58,38	5,84
											1895,76	

Lampiran 16. Tabel anova panjang tabung urediospora 9 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
perlakuan	3	130884,93	43628,31	18,89**	2,87	4,38
galat	36	82748,64	2298,57			
total	39	213633,57				
BNT(0,05)	= 36,02					

Lampiran 17. Tabel rerata panjang tabung urediospora 12 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	75,99	34,25	84,43	141,90	248,39	171,78	155,66	109,30	204,82	89,21	1315,73	131,57
salam	15,52	16,24	22,58	28,91	17,79	0,00	17,68	0,00	9,50	34,07	162,29	16,23
sirih	9,31	0,00	25,89	0,00	8,54	0,00	0,00	90,01	0,00	12,44	146,19	14,62
kemangi	5,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,66	0,00	0,00	16,95	1,70
											1641,16	

Lampiran 18. Tabel anova panjang tabung urediospora 12 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

Sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
Perlakuan	3	110579,08	36859,69	28,49**	2,87	4,38
Galat	36	46570,22	1293,62			
Total	39	157149,29				
BNT(0,05)	= 27,02					

Lampiran 19. Tabel rerata panjang tabung urediospora 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

perlakuan	Ulangan										jumlah	rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
kontrol	156,65	92,46	75,80	264,25	50,28	71,43	49,73	128,68	166,02	269,96	1325,25	132,53
salam	18,66	19,22	32,55	105,75	24,87	32,40	27,15	32,49	33,43	49,55	376,07	37,61
sirih	0,00	67,31	19,33	0,00	18,27	31,51	17,06	16,26	0,00	0,00	169,74	16,97
kemangi	0,00	0,00	0,00	57,51	42,36	37,51	0,00	0,00	24,57	0,00	161,95	16,20
											2033,01	

Lampiran 20. Tabel anova panjang tabung urediospora 24 JSP (Jam Setelah Perlakuan).

Sk	db	jk	kt	fhit	f tab 5%	f tab 1 %
Perlakuan	3	91947,49	30649,16	14,83**	2,87	4,38
galat	36	74380,80	2066,13			
total	39	166328,29				
BNT(0,05) = 34,15						

Lampiran 21. Tabel rerata masa inkubasi penyakit karat daun kedelai

Perlakuan	Polybag 1	Polybag 2	polybag 3	Rerata
P0U1/kontrol	6	6	6	6,0
P2U1/sirih	7	7	7	7,0
P3U1/Kemangi	8	8	8	8,0
P1U1/salam	7	7	7	7,0
P1U2/salam	6	7	6	6,3
P3U2/kemangi	8	8	8	8,0
P0U2/kontrol	6	6	6	6,0
P2U2/sirih	7	8	7	7,3
P3U3/kemangi	8	8	8	8,0
P1U3/salam	7	6	6	6,3
P2U3/sirih	7	7	7	7,0
P0U3/kontrol	6	6	6	6,0
P2U4/sirih	7	7	7	7,0
P0U4/kontrol	6	6	6	6,0
P3U4/kemangi	8	7	8	7,7
P1U4/salam	6	7	7	6,7
P1U5/salam	6	7	7	6,7
P3U5/kemangi	7	8	8	7,7
P2U5/sirih	7	7	8	7,3
P0U5/kontrol	6	6	6	6,0
P3U6/kemangi	8	8	8	8,0
P0U6/kontrol	6	6	6	6,0
P1U6/salam	6	6	6	6,0
P2U6/sirih	7	7	7	7,0

Lampiran 22. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 37HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)

Perlakuan	Ulangan						Rerata
	1	2	3	4	5	6	
Kontrol	200,67	213,7	210,17	196,42	211,83	197,2	1229,9
Salam	151,31	142,8	163,67	168,67	171,44	165,6	963,43
Sirih	109,33	110,4	133,11	132,22	147,78	142,00	774,88
Kemangi	86,83	86,00	84,83	84,89	84,67	84,33	511,55
total	548,14	552,9	591,78	582,2	615,72	589,1	3479,8

Lampiran 23. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 37HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)

Sk	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	45968,83	15322,94	164,81*	3,29
ulangan	5	812,9	162,58	1,75	
galat	15	1394,57	92,97		
total	23	48176,30			
BNT (0,05%)	= 9,74				

Lampiran 24. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 40HST/10HSP Pengamatan ke-2 (27 November 2014)

Perlakuan	Ulangan						Rerata
	1	2	3	4	5	6	
Kontrol	361,83	353,08	362,50	324,08	362,92	332,92	2097,33
Salam	224,00	212,42	257,50	288,89	254,75	230,67	1468,23
Sirih	166,33	164,67	199,33	194,17	222,42	198,25	1145,17
Kemangi	108,78	139,06	141,75	138,17	144,44	138,5	810,7
total	860,94	869,23	961,08	945,31	984,53	900,34	5521,43

Lampiran 25. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 40HST/10HSP Pengamatan ke-2 (27 November 2014)

sumber keragaman	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	150265,66	50088,55	140,02*	3,29
ulangan	5	3236,03	647,2067	1,81	
galat	15	5365,74	357,72		
total	23	158867,43			

BNT (0,05%) = 19,11

Lampiran 26. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 44 HST/15HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2014)

Perlakuan	Ulangan						Rerata	
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	807,33	640,00	675,50	619,83	710,83	660,33	4113,8	685,64
Salam	364,60	344,25	433,58	507,78	414,08	368,33	2432,6	405,44
Sirih	248,92	257,58	318,42	289,75	363,17	327,5	1805,3	300,89
Kemangi	171,92	186,5	203,42	207,5	191,08	220,83	1181,3	196,88
total	1592,8	1428,33	1630,9	1624,86	1679,2	1577	9533,03	1588,84

Lampiran 27. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 44 HST/15HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2014)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	796015,65	265338,55	93,58*	3,29
ulangan	5	9286,30	1857,26	0,66	
galat	15	42531,81	2835,45		
total	23	847833,75			

BNT (0,05%) = 53,80

Lampiran 28. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 47 HST/18 HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2014)

Perlakuan	Ulangan						Rerata	
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	1305,08	1220,42	1228,75	1265	1269,67	1245,5	7534,42	1255,74
Salam	702,67	647,67	784,33	856,89	747	672,75	4411,31	735,22
Sirih	354,5	378,17	533	475	591,58	537,83	2870,08	478,35
Kemangi	303,92	301,42	307,83	331,58	314,75	332,67	1892,17	315,36
total	2666,17	2547,68	2853,91	2928,47	2923	2788,75	16707,98	2784,66

Lampiran 29. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 47 HST/18 HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2014)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	3042610	1014203	294*	3,29
ulangan	5	28707,74	5741,548	1,66	
galat	15	51745,06	3449,671		
total	23	3123063			

BNT (0,05%) = 59,34

Lampiran 30. Tabel rerata jumlah bercak karat daun kedelai 55 HST/22 HSP Pengamatan ke-5 (8 Desember 2014)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	1816,00	1879,25	1930,75	1874,58	1892,17	1856,08	11248,83	1874,805
Salam	1108,67	1113,5	1342,5	1433,22	1312,17	1199,50	7509,56	1251,593
Sirih	652,67	633,92	989,25	880,25	1100,75	955,25	5212,09	868,6817
Kemangi	498,58	485,61	533,33	554,58	514,92	579,58	3166,6	527,7667
total	4075,92	4112,28	4795,83	4742,63	4820,01	4590,41	27137,08	4522,85

Lampiran 31. Tabel anova jumlah bercak karat daun kedelai 55 HST/22 HSP Pengamatan ke-5 (8 Desember 2014)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	6002937,96	2000979,32	226,67*	3,29
ulangan	5	146000,97	29200,19	3,31	
galat	15	132414,27	8827,62		
total	23	1010420,07			

BNT(0,05%) = 94,93

Lampiran 32.Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 37 HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)

Perlakuan	Ulangan						Rerata	
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	22,5	29,17	31,04	28,75	23,79	26,55	161,8	26,97
Salam	22,08	19,17	18,89	22,96	20,92	23,75	127,77	21,30
Sirih	14,58	17,33	15	14,02	14,74	14,25	89,92	14,99
Kemangi	8,54	6,15	9,45	7,5	7,55	6,08	45,27	7,55
total	67,7	71,82	74,38	73,23	67,00	70,63	424,76	

Lampiran 33. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 37 HST/7HSP Pengamatan ke-1 (24 November 2014)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	1255,69	418,56	78,83*	3,29
ulangan	5	10,96	2,192	0,41	
galat	15	79,65	5,31		
total	23	1346,30			

BNT (0,05)= 2,33



Lampiran 34.Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 41 HST/11HSP Pengamatan ke-2 (28 November 2014)

Perlakuan	Ulangan						Total	rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	33,48	38,06	43,54	40,17	38,26	38,98	232,49	38,75
Salam	27,98	24,05	28,97	34,58	26,26	33,59	175,43	29,24
Sirih	20,75	20,62	18,89	26,03	21,95	20,5	128,74	21,46
Kemangi	14,29	12,08	14,97	17,98	18,85	15,86	94,03	15,67
Total	96,5	94,81	106,37	118,76	105,32	108,93	630,69	

Lampiran 35.Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 41 HST/11HSP Pengamatan ke-2 (28 November 2014)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	1800,07	600,02	87,09*	3,29
ulangan	5	95,69	19,138	2,78	
galat	15	103,35	6,89		
total	23	1999,11			

BNT (0,05) = 3,09

Lampiran 36. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 44HST/14HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2015)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	38,54	48,53	46,6	49,86	46,13	43,67	273,33	45,56
Salam	37,69	34,71	34,05	41,85	40,27	38,95	227,52	37,92
Sirih	26,28	32,19	30,42	32,60	30,67	34,29	186,45	31,08
Kemangi	26,19	19,38	24,45	28,60	29,48	23,08	151,18	25,20
Total	128,7	134,81	135,52	152,91	146,55	139,99	838,48	139,75

Lampiran 37.Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 44HST/14HSP Pengamatan ke-3 (1 Desember 2015)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	1388,58	462,86	49,51*	3,29
ulangan	5	95,97	19,194	2,05	
galat	15	140,24	9,349333		
total	23	1624,79			

BNT = 2,65

Lampiran 38. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 47 HST/17HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2015)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	54,81	66,46	61,69	57,26	54,12	53,57	347,91	57,99
Salam	57,11	47,67	53,7	56,31	51,22	47,54	313,55	52,26
Sirih	39,87	41,11	41,67	43,54	41,43	45,09	252,71	42,12
Kemangi	36,19	31,65	35,11	32,37	38,05	33,94	207,31	34,55
Total	187,98	186,89	192,17	189,48	184,82	180,14	1121,48	

Lampiran 39. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 47 HST/17HSP Pengamatan ke-4 (4 Desember 2015)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	1960,90	653,63	40,51*	3,29
ulangan	5	21,4	4,28	0,27	
galat	15	242	16,13		
total	23	2224,30			

BNT = 4,06

Lampiran 40. Tabel rerata intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 50 HST/20 HSP Pengamatan ke-5 (7 Desember 2015)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	60,33	68,28	68,00	62,82	60,70	58,26	378,39	63,07
Salam	58,54	49,97	58,59	57,51	54,14	50,26	329,01	54,84
Sirih	44,76	46,40	46,11	45,49	44,9	50,00	277,66	46,28
Kemangi	40,37	36,64	35,55	37,71	41,49	37,47	229,23	38,21
Total	204	201,29	208,25	203,53	201,23	195,99	1214,29	202,38

Lampiran 41. Tabel anova intensitas serangan penyakit karat daun kedelai 50 HST/20 HSP Pengamatan ke-5 (7 Desember 2015)

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	2073,83	691,28	54,04*	3,29
ulangan	5	20,44	4,09	0,32	
galat	15	191,88	12,79		
total	23	2286,15			

BNT = 3,61

Lampiran 42. Tabel rerata berat basah polong kedelai gram/tanaman

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	5,20	3,39	4,52	3,86	4,95	4,38	26,29	4,38
Salam	6,34	7,91	7,34	5,42	5,95	5,85	38,81	6,47
Sirih	8,31	9,67	7,40	8,42	7,49	7,35	48,63	8,11
Kemangi	11,27	11,79	13,27	9,36	9,99	11,95	67,63	11,27
Total	31,12	32,76	32,53	27,05	28,37	29,53	181,36	

Lampiran 43. Tabel anova berat basah polong kedelai gram/tanaman

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	152,21	50,74	53,10*	3,29
ulangan	5	6,63	1,33	1,39	
galat	15	14,33	0,96		
total	23	173,18			

BNT= 0,99

Lampiran 44. Tabel rerata berat kering polong kedelai gram/tanaman

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol	1,18	0,59	1,03	0,86	1,20	0,90	5,76	0,96
Salam	2,19	1,57	1,38	1,35	1,50	2,20	10,19	1,70
Sirih	2,45	2,65	2,74	2,54	2,42	2,73	15,53	2,59
Kemangi	3,31	3,48	3,49	3,22	3,45	3,52	20,47	3,41
Total	9,13	8,29	8,64	7,97	8,57	9,35	51,95	

Lampiran 45. Tabel anova berat kering polong kedelai gram/tanaman

SK	db	jk	kt	f hitung	f tabel 5%
Perlakuan	3	21,00	7,00	111,39*	3,29
ulangan	5	0,34	0,07	1,08	
galat	15	0,94	0,06		
total	23	22,28			

BNT= 0,25



Lampiran 46. Tabel rerata jumlah bercak pada setiap pengamatan

Perlakuan	Rata-rata jumlah Bercak				
	44 HST	47 HST	50HST	53 HST	57 HST
Kontrol	204,99 a	349,56 a	685,64 a	1255,74 a	1874,81 a
Salam	160,57 b	244,71 b	405,44 b	735,22 b	1251,59 b
Sirih	129,15 c	190,86 c	300,89 c	478,35 c	868,68 c
Kemangi	85,26 d	135,12 d	196,88 d	315,36 d	527,77 d

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Lampiran 47. Tabel rerata intensitas serangan pada setiap pengamatan

Perlakuan	Rerata Intensitas Serangan (%)				
	44 HST	47 HST	50HST	53 HST	57 HST
Kontrol	26,97 a	38,75 a	45,56 a	57,99 a	63,07 a
Salam	21,30 b	29,24 b	37,92 b	52,26 b	54,84 b
Sirih	14,99 c	21,46 c	31,08 c	42,12 c	46,28 c
Kemangi	7,55 d	15,67 d	25,20 d	34,55 d	38,21 d

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

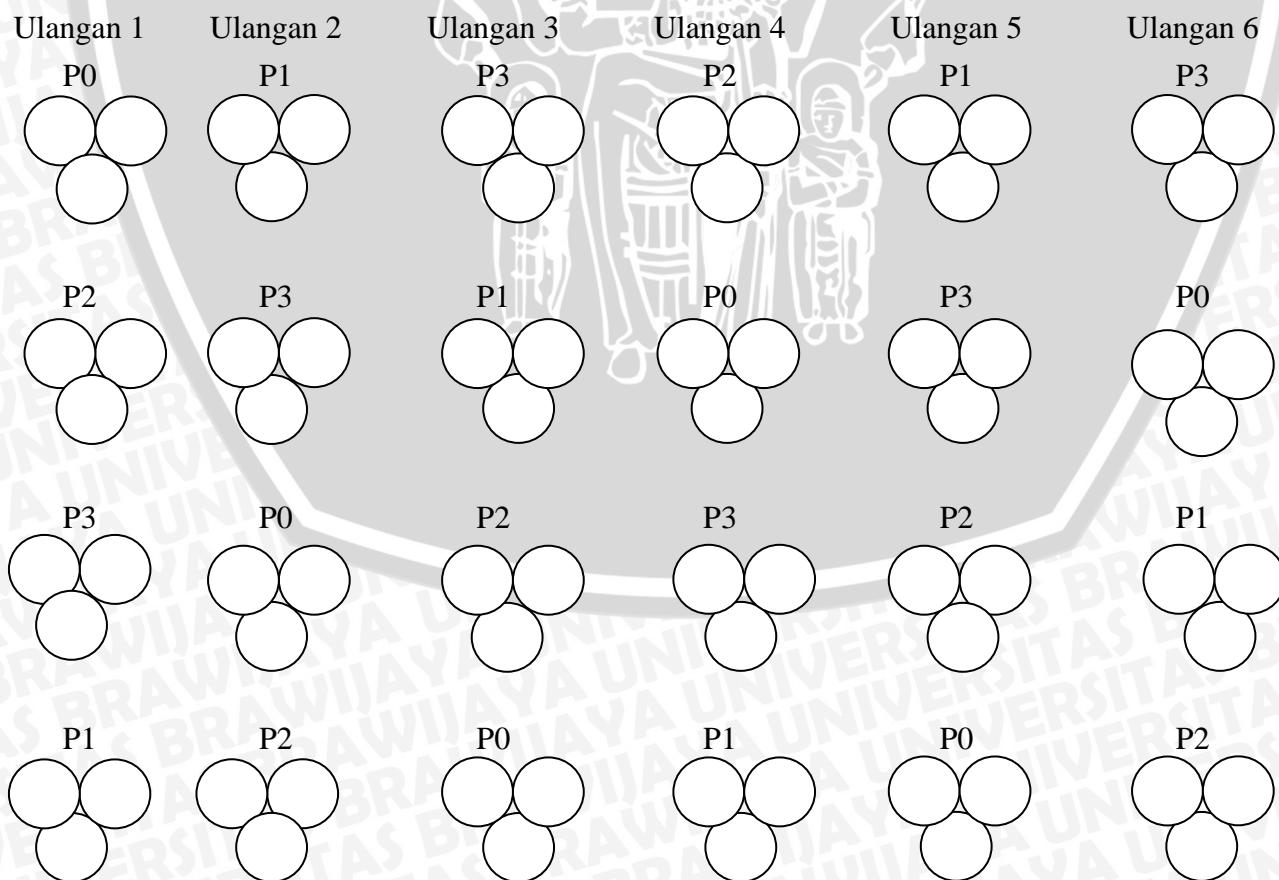
LAMPIRAN GAMBAR

Lampiran gambar1. Bagan percobaan di laboratorium

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
P0									
<input type="text"/>									
P1									
<input type="text"/>									
P2									
<input type="text"/>									
P3									
<input type="text"/>									

Ket: P0 = Perlakuan kontrol; P1 = Perlakuan ekstrak daun salam; P2= Perlakuan ekstrak daun sirih; P3 = Perlakuan ekstrak daun kemangi

Lampiran gambar 2. Bagan percobaan rumah kawat



Lampiran gambar 3. Dokumentasi metode memperoleh ekstrak tanaman melalui proses evaporasi

Langkah kerja



20 gram daun dicuci bersih dan dibilas dengan alkohol 70%



Kemudian dipotong kecil-kecil sekitar 1 cm



Selanjutnya dimasukan kedalam botol kemudian diisi dengan alkohol 80% sebanyak 100 ml



Shaker selama 24 jam



Saring menggunakan kertas saring



Ekstraksi dengan menggunakan rotary evaporator sampai diperoleh ekstrak murni

Lampiran gambar 4. Dokumentasi kegiatan menanam kedelai

Langkah kerja	
	Tanah yang sudah steril dicampur dengan Kompos sebanyak 45 gr/5kg tanah
	Tanah yang sudah tercampur dimasukan kedalam polybag berisi 5kg
	Polybag disusun sesuai dengan rancangan
	Pemberian pupuk dasar pada saat tanam yaitu urea sebanyak 0,113gr/5 kg, Sp36 0,227gr/5kg, dan Kcl 0,170gr/5kg
	Biji kedelai ditanam kemudian disiram
	Biji yang telah tumbuh diupayakan hanya 2 benih saja yang berada didalam polybag

Lampiran gambar 5. Pembuatan Suspensi *Phakopsora pachyrizi*

Langkah kerja



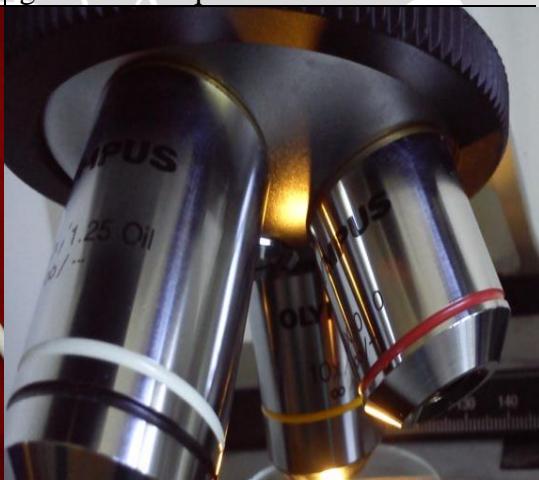
Aquadesh steril



Daun bergejala disapu-sapu kedalam gelas berisi aquades steril



Mikropipet untuk mengambil larutan suspensi dan haemocitometer untuk menghitung kerapatan spora



Amati dibawah mikroskop

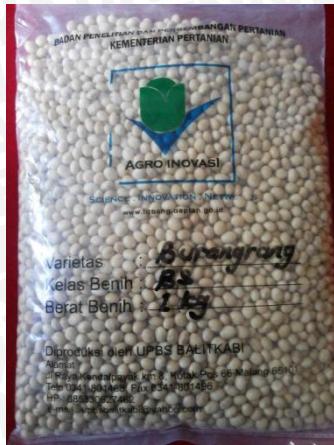
Lampiran gambar 6. Kegiatan inokulasi tanaman



Keterangan:

- a. Tanaman berumur 30 hari siap untuk diinokulasi
- b. Suspensi disemprot ketanaman
- c. Tanaman yang sudah diinokulasi kemudian disungup menggunakan kantung pelastik bening.

Lampiran gambar 7. Keterangan varietas kedelai yang digunakan

**BURANGRANG**

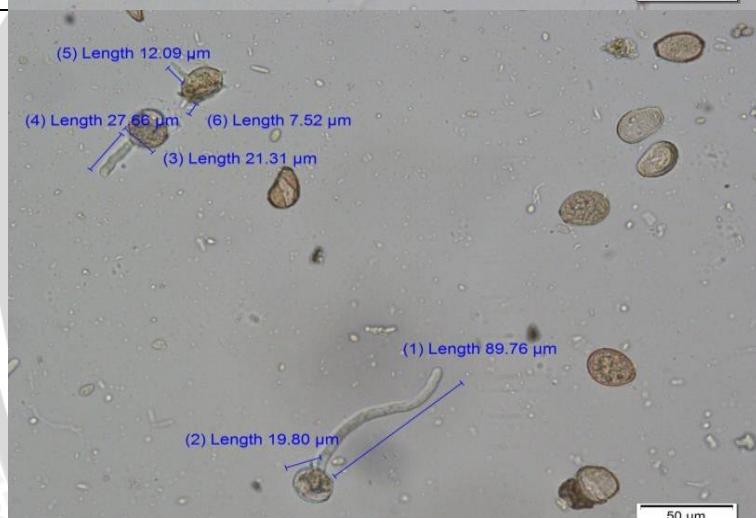
Dilepas tahun	: 1999
Nomor galur	: C1-I-2/KRP-3
Asal	: Segregat silangan alam, diambil dari tanaman petani di Jember
Seleksi	: Seleksi lini murni, tiga generasi asal segregat alamiah
Daya hasil	: 1,6-2,5 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna bulu	: Coklat kekuningan
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna hilum	: Terang
Bentuk daun	: Oblong, ujung runcing
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: 35 hari
Umur polong matang	: 80-82 hari
Tinggi tanaman	: 60-70 cm
Percabangan	: 1-2 cabang
Bobot 100 biji	: 17 g
Ukuran biji	: Besar
Kandungan protein	: 39%
Kandungan minyak	: 20%
Kereahan	: Tidak mudah rebah
Ketahanan thd penyakit	: Toleran karat daun
Keterangan	: Sesuai untuk bahan baku susu kedelai, tempe, dan tahu
Pemulia	: Rodiah S., Ono Sutrisno, Gatot Kustiyono, Sumarno, dan Soegito
Benih Penjenis	: Dipertahankan di BPPTP Karangploso, Balitkabi, dan Puslitbang Tanaman Pangan

Lampiran gambar 8. Perkecambahan dan panjang Tabung urediospora pada setiap jam pengamatan

a. Perlakuan Kontrol



Gambar 1. Perlakuan kontrol (tanpa bahan nabati) 0 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* belum mengalami perkecambahan



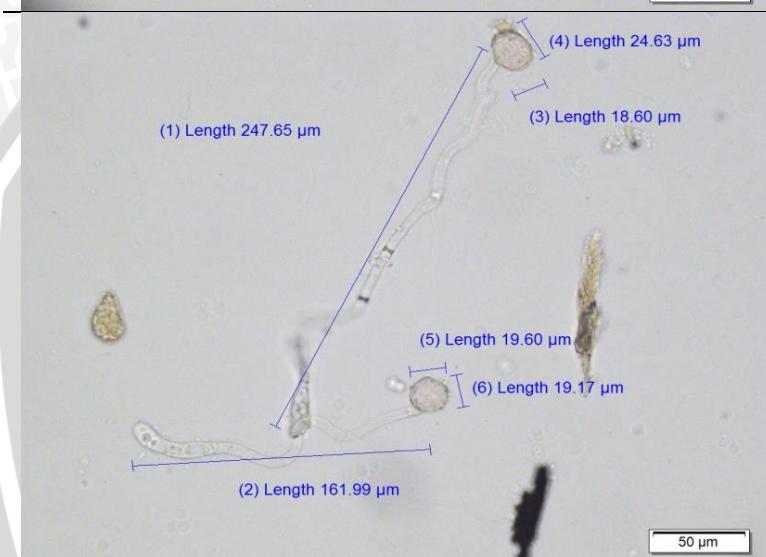
Gambar 2. Perlakuan kontrol (tanpa bahan nabati) 3 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan.



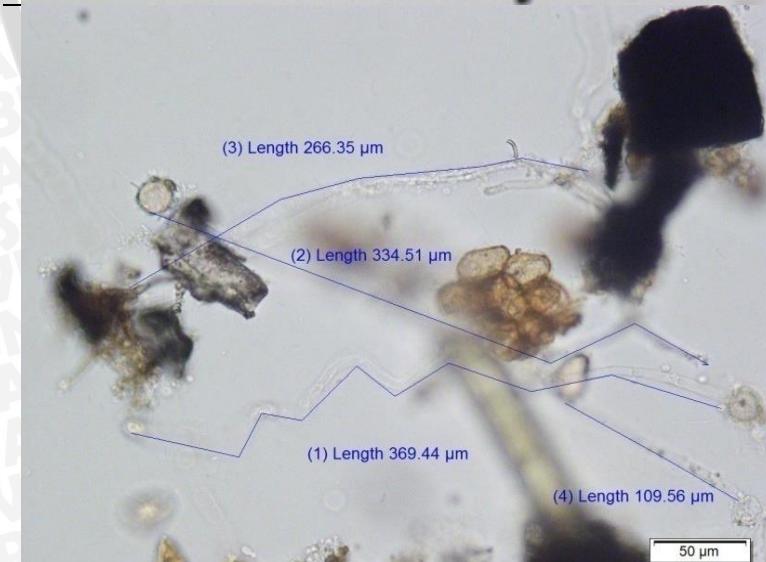
Gambar 3. Perlakuan kontrol (tanpa bahan nabati) 6 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan, tabung kecambah terlihat lebih panjang dari sebelumnya



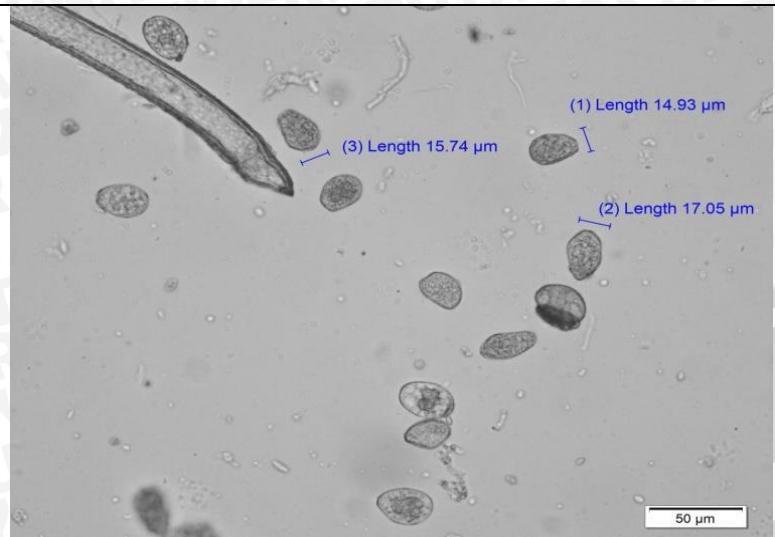
Gambar 4. Perlakuan kontrol (tanpa bahan nabati) 9 jam setelah perlakuan. Tabung kecambah *Phakopsora pachyrizi* terlihat lebih panjang dari sebelumnya



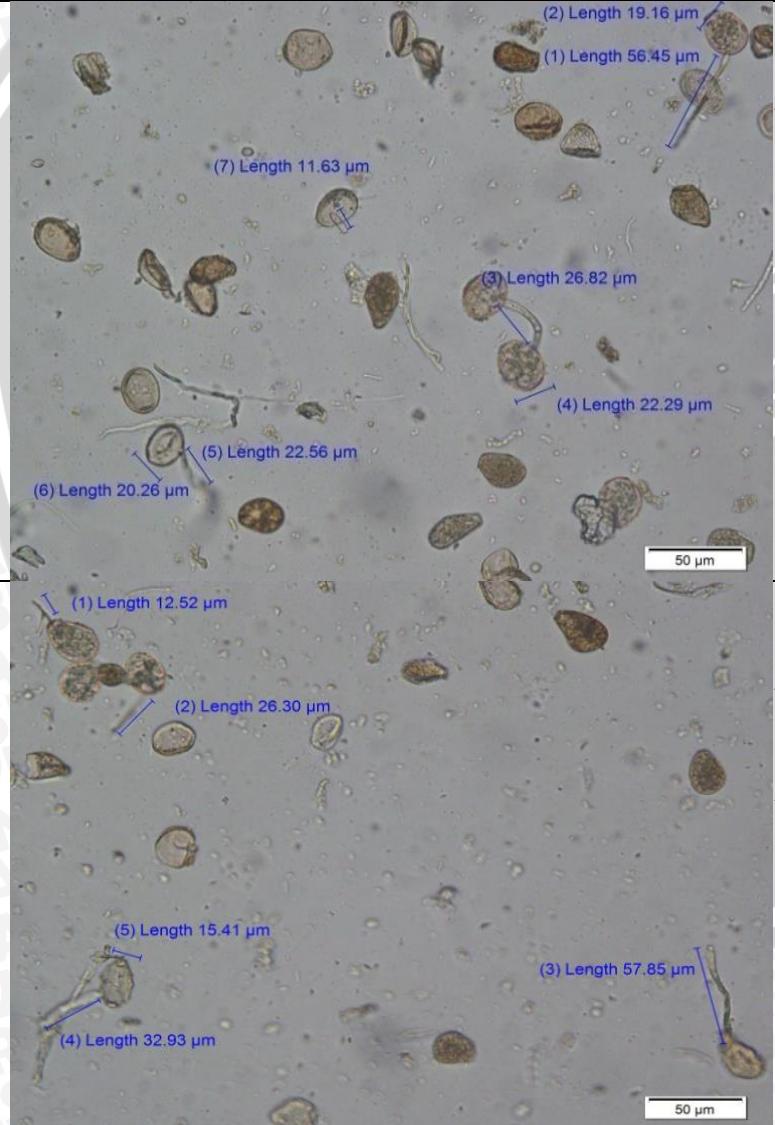
Gambar 5. Perlakuan kontrol (tanpa bahan nabati) 12 jam setelah perlakuan. Tabung kecambah *Phakopsora pachyrizi* terlihat lebih panjang dari sebelumnya



Gambar 6. Perlakuan kontrol (tanpa bahan nabati) 24 jam setelah perlakuan. Tabung kecambah *Phakopsora pachyrizi* terlihat lebih panjang dari sebelumnya dan perkecambahan urediospora lebih banyak

b. Perlakuan ekstrak daun salam

Gambar 1. Perlakuan ekstrak salam 0 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* belum mengalami perkecambahan



Gambar 2. Perlakuan ekstrak daun salam 3 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan pada beberapa urediospora.

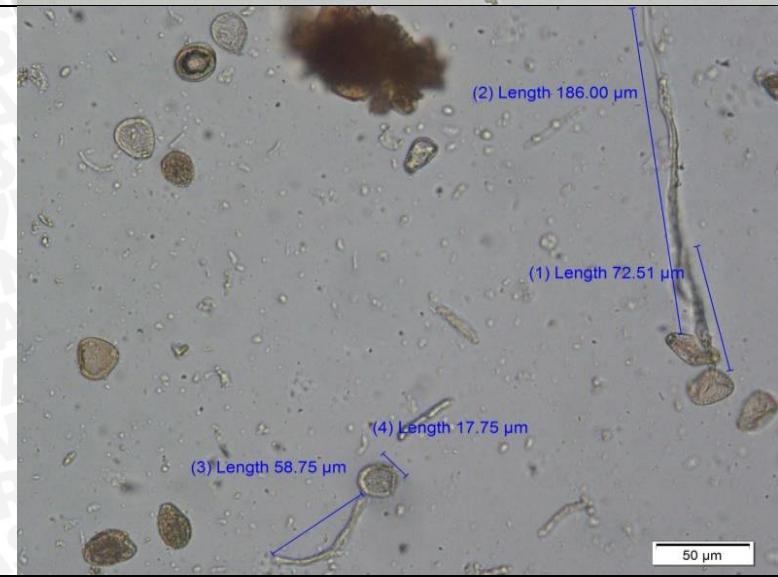
Gambar 3. Perlakuan ekstrak daun salam 6 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan pada beberapa urediospora dan ukurannya lebih panjang dari ukuran sebelumnya



Gambar 4. Perlakuan ekstrak daun salam 9 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan pada beberapa urediospora dan ukurannya lebih panjang dari ukuran sebelumnya

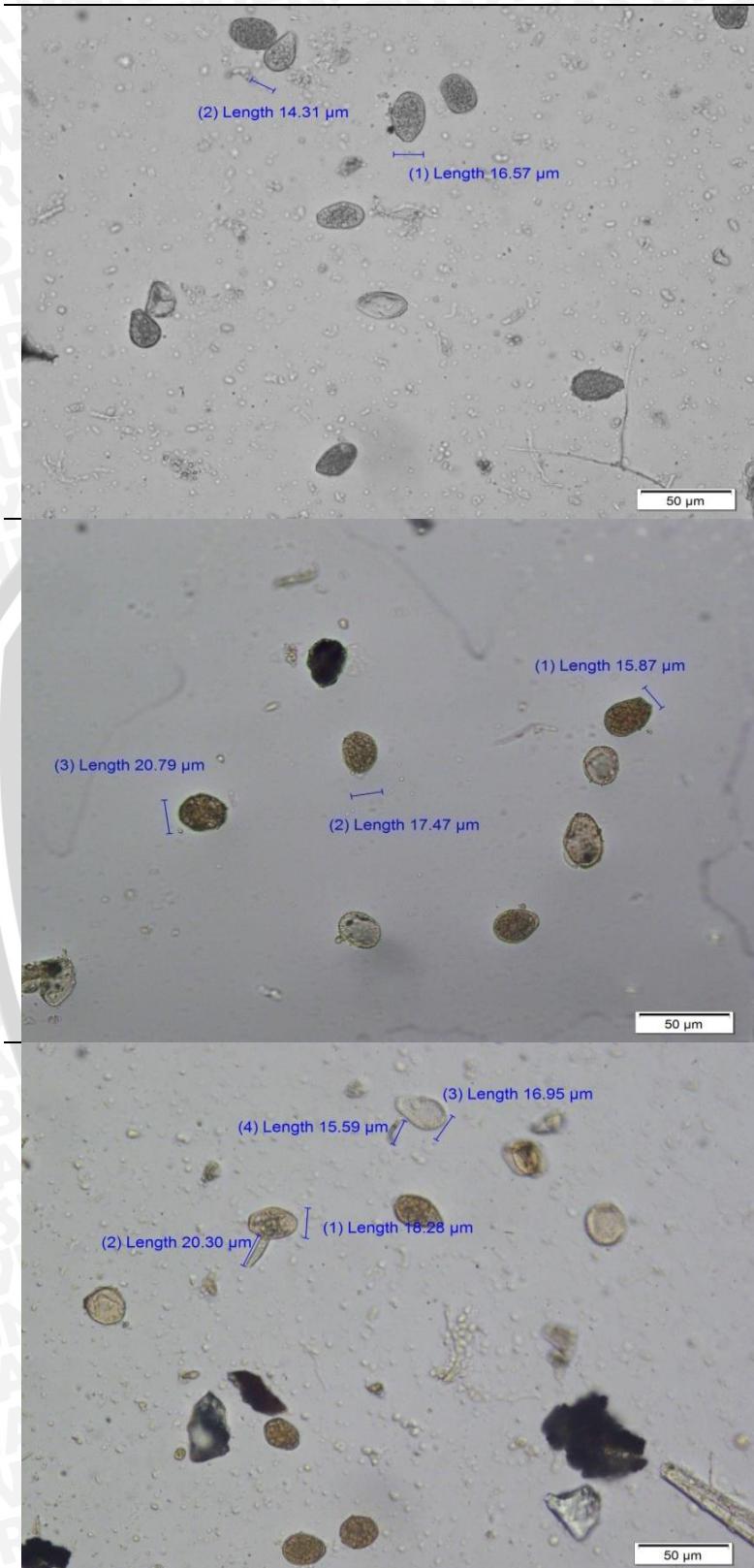


Gambar 5. Perlakuan ekstrak daun salam 12 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan pada beberapa urediospora dan ukurannya lebih panjang dari ukuran sebelumnya



Gambar 6. Perlakuan ekstrak daun salam 24 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan pada beberapa urediospora dan ukurannya lebih panjang dari ukuran sebelumnya

c. Perlakuan ekstrak daun sirih



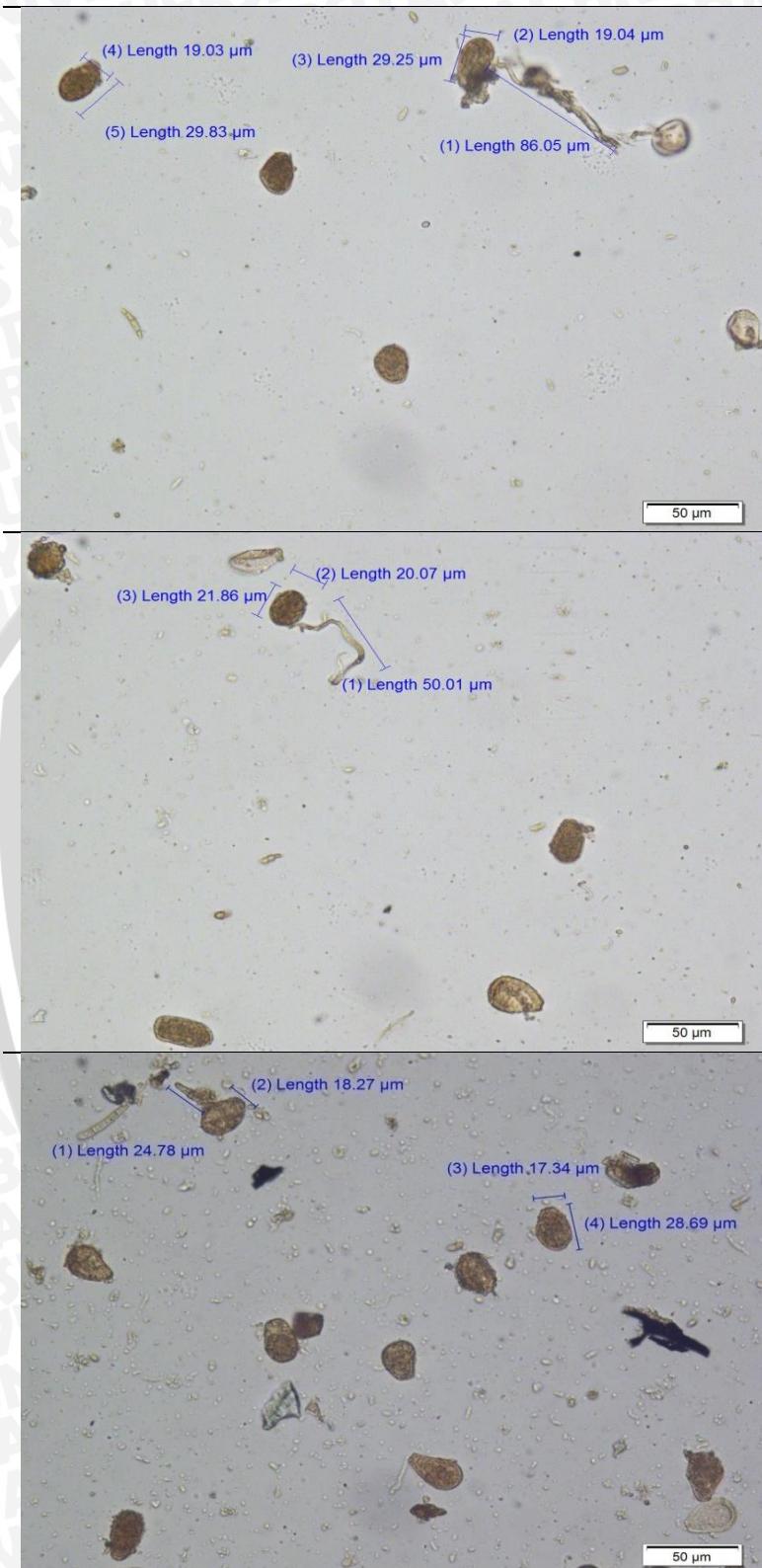
Gambar 1. Perlakuan ekstrak daun sirih 0 jam setelah perlakuan.

Phakopsora pachyrizi belum mengalami perkecambahan

Gambar 2. Perlakuan estrak daun sirih 3 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* belum mengalami perkecambahan

Gambar 3. Perlakuan ekstrak daun sirih 6 jam setelah perlakuan.

Phakopsora pachyrizi mengalami perkecambahan



Gambar 4. Perlakuan ekstrak daun sirih 9 jam setelah perlakuan.

Phakopsora pachyrizi mengalami perkecambahan dengan ukuran tidak berbeda jauh dari sebelumnya.

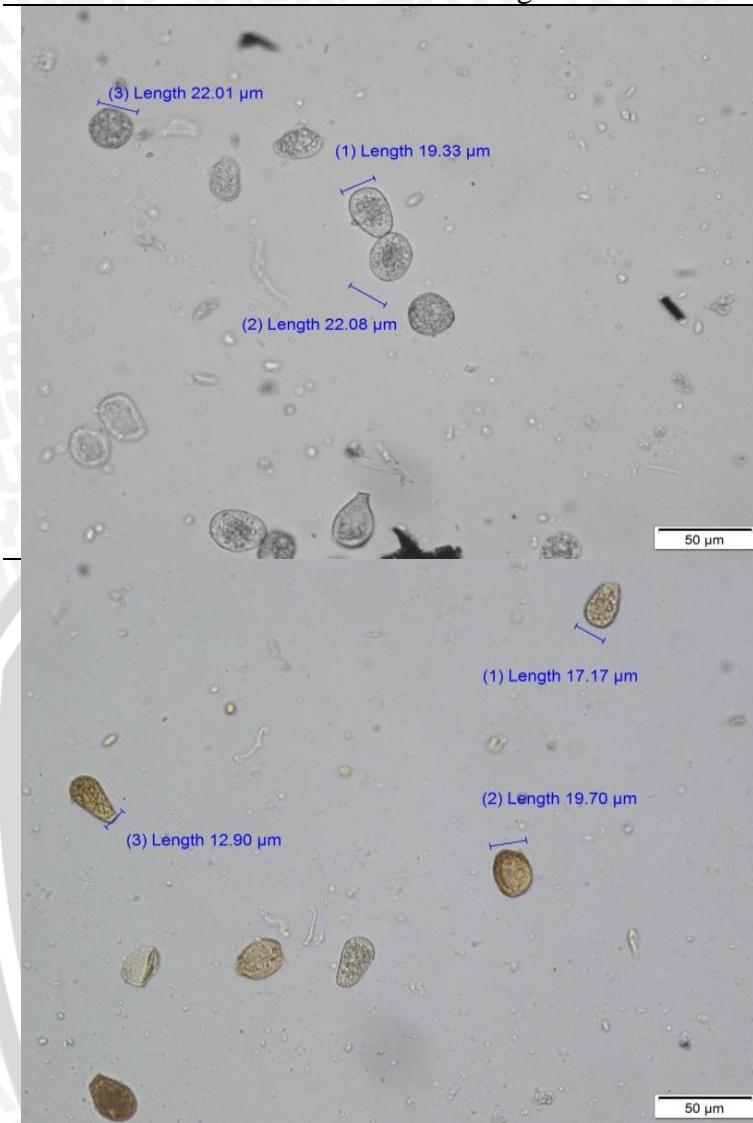
Gambar 5. Perlakuan ekstrak daun sirih 12 jam setelah perlakuan.

Phakopsora pachyrizi mengalami perkecambahan dan ukuran tidak jauh berbeda dari sebelumnya

Gambar 6. Perlakuan ekstrak daun sirih 24 jam setelah perlakuan.

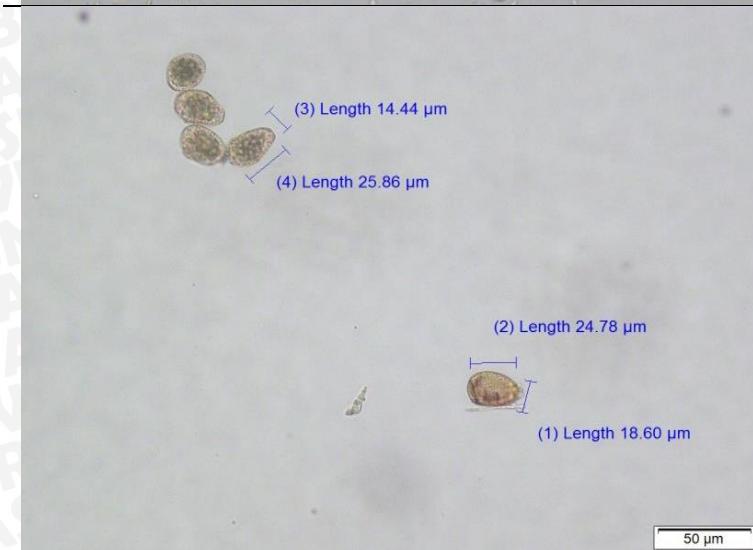
Phakopsora pachyrizi mengalami perkecambahan dan ukuran tidak jauh berbeda dari sebelumnya, jumlah urediaospora yang mangalami perkecambahan hanya beberapa saja yang terlihat

d. Perlakuan ekstrak daun kemangi



Gambar 1. Perlakuan ekstrak daun kemangi 0 jam setelah perlakuan.

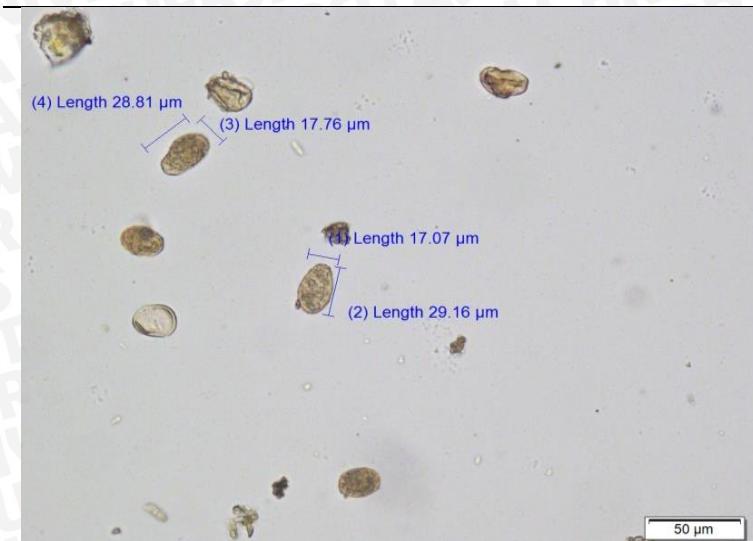
Phakopsora pachyrizi belum mengalami perkecambahan



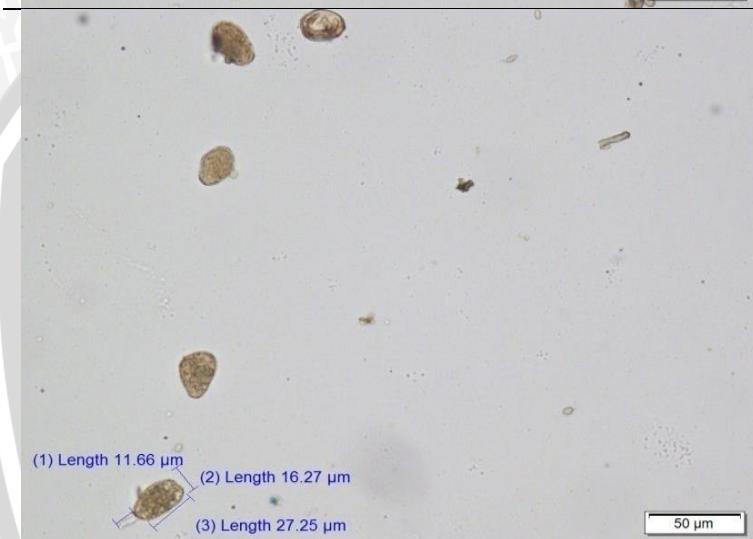
Gambar 2. Perlakuan ekstrak daun kemangi 3 jam setelah perlakuan.

Phakopsora pachyrizi belum mengalami perkecambahan

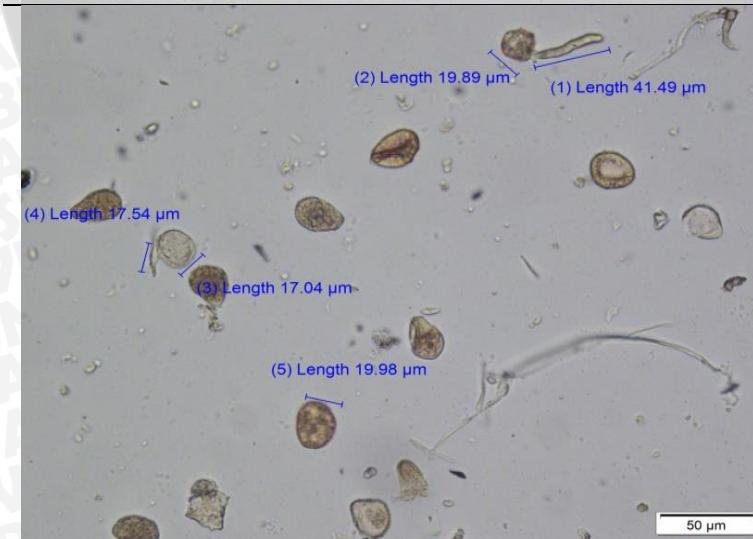
Gambar 3. Perlakuan ekstrak daun kemangi 6 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* belum mengalami perkecambahan



Perlakuan ekstrak daun kemangi 9 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* belum mengalami perkecambahan

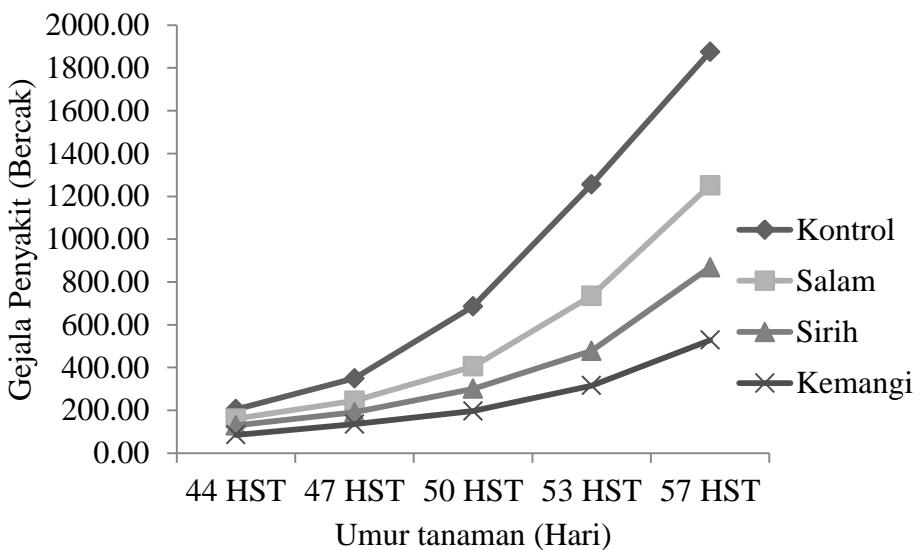


Gambar 5. Perlakuan ekstrak daun kemangi 12 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan meskipun hanya terlihat beberapa dan hanya memiliki panjang tabung kecambah yang pendek

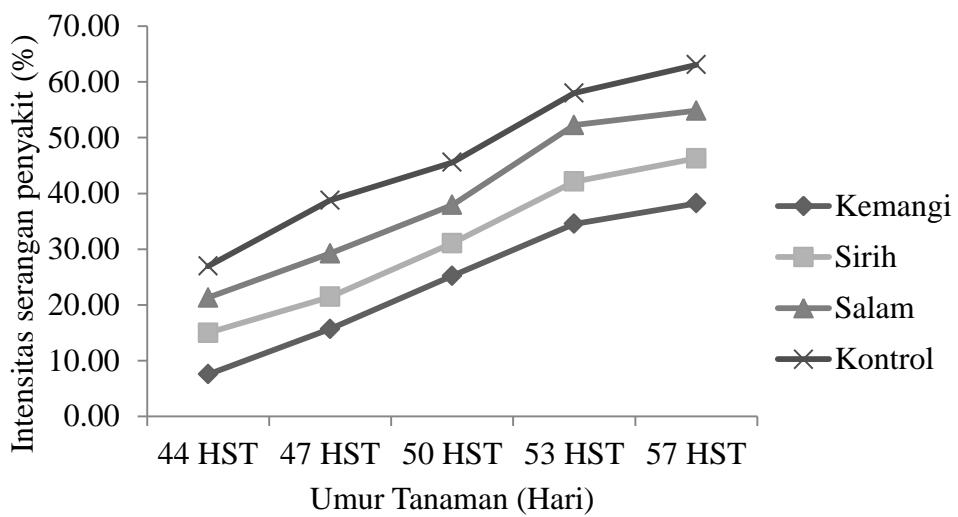


Gambar 6. Perlakuan ekstrak daun kemangi 24 jam setelah perlakuan. *Phakopsora pachyrizi* mengalami perkecambahan, dan tidak berbeda jauh dari pengamatan sebelumnya.

Lampiran gambar 9. Grafik panjang tabung urediospora 24 jam setelah perlakuan



Lampiran gambar 10. Grafik rerata intensitas serangan *Phakopsora pachyrizi*



Lampiran gambar 11. Berat basah polong kedelai/tanaman



Lampiran gambar 12. Dokumentasi berat kering polong kedelai/tanaman

