

**PRODUKTIVITAS DAN KELESTARIAN HUTAN TANAMAN:
PERAN PATOLOGI HUTAN DI TENGAH PERUBAHAN
IKLIM GLOBAL**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Patologi Hutan
pada Fakultas Kehutanan
Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada Tanggal 23 April 2024**

**Oleh:
Prof. Dr.Ir. Sri Rahayu, MP.**

Bismillahirrohmaanirrohiim

Yang saya hormati,

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas
Gadjah Mada

Rektor, Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Gadjah
Mada

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik Universitas Gadjah
Mada

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Fakultas Kehutanan Universitas
Gadjah Mada

Para Guru Besar dan Dekan dari berbagai fakultas di Universitas
Gadjah Mada

Bapak dan Ibu rekan-rekan sejawat, para dosen, tenaga kependidikan,
mahasiswa dan alumni, seluruh sivitas akademika Universitas
Gadjah Mada,

Para tamu undangan, kerabat, dan semua yang hadir baik secara luring
maupun daring yang telah meluangkan waktu untuk hadir dan
mengikuti acara Pidato Pengukuhan pada hari ini.

Assalamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokatuh

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Swt yang telah menganugerahkan kesempatan, kesehatan, dan kekuatan sehingga kita dapat hadir di Balai Senat Universitas Gajah Mada ini. Saya beserta seluruh keluarga besar mengucapkan terima kasih kepada seluruh tamu undangan baik yang berkenan untuk hadir di ruang Balai Senat Universitas Gadjah Mada ini maupun yang mengikuti secara daring pada acara pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar dalam bidang Patologi Hutan dengan judul:

**“Produktivitas Dan Kelestarian Hutan Tanaman:
Peran Patologi Hutan Di Tengah Perubahan Iklim Global”**

Tema tersebut dilatarbelakangi bidang saya, yaitu Patologi Hutan.

Hadirin yang saya hormati,

Patologi Hutan dan cakupannya

Patologi hutan merupakan bagian dari patologi tumbuhan yang mempelajari penyakit pada spesies pohon hutan, baik yang tumbuh di hutan alam, hutan tanaman, hutan rakyat, maupun lingkungan perkotaan. Patologi hutan sebagai ilmu, mempelajari dan menjelaskan bagaimana spesies pohon hutan menjadi sakit oleh penyebab penyakit baik yang bersifat biotik (patogen) maupun abiotik (lingkungan). Oleh karena itu, ekologi, biologi, dan karakter penyebabnya, serta interaksi antara patogen-inang dengan faktor lingkungannya, menjadi aspek penting yang harus dikuasai. Sebagai ilmu terapan, disiplin ilmu ini memiliki peran penting dalam melayani masyarakat dan lingkungan dengan menerapkan prinsip-prinsip ilmiah untuk pencegahan dan pengendaliannya.

Hutan Tanaman

Hutan sebagai ekosistem memiliki komponen penyusun biotik maupun abiotik yang kompleks dan saling berinteraksi serta membentuk siklus dan aliran energi tertutup dalam ekosistem tersebut. Pada ekosistem hutan yang masih alami, semua komponen ekosistem akan berperan penting dalam menjaga kestabilan dan keberlanjutan proses normal di dalamnya. Namun dalam perkembangannya, kehilangan kawasan hutan alam sejak tahun 1990 akibat deforestasi, penebangan liar, perubahan tata guna lahan serta degradasi lahan mengakibatkan luasan hutan alam menurun secara drastis. Dalam upaya untuk tetap mempertahankan luasan hutan yang berfungsi sebagai penjaga stabilitas bumi, serta menjaga produktivitas dan kelestariannya, maka dirumuskan kebijakan pembangunan hutan tanaman. Hutan tanaman secara global memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan kayu, seiring menurunnya produksi kayu dari hutan alam sejak akhir 1980-an (Warman 2014). Menurut Jurgensen dkk. (2014), hutan tanaman menyumbang sekitar sepertiga produksi kayu bulat industri dunia pada tahun 2012. Menurut FAO (2020), pada tahun 1990 luas hutan tanaman di dunia adalah sebesar 123 juta hektar dan

meningkat menjadi 294 juta hektar pada tahun 2020. Di Indonesia luas hutan tanaman berkembang pesat dari 26,7 juta Ha (tahun 2017) menjadi 34,44 juta Ha (tahun 2020), dengan peningkatan produksi kayu sebesar 9,6 juta m³ dari 37,8 juta m³ menjadi 47,4 juta m³ selama tiga tahun tersebut (Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Lestari, 2021).

Menurut FAO (2012), hutan tanaman umumnya didefinisikan berdasarkan sejauh mana campur tangan manusia dalam pembangunan dan atau pengelolaan hutan, yang sebagian besar bergantung pada tujuan penanaman hutan tersebut. Di Indonesia, pembangunan hutan tanaman sangat terkait dengan industri, sehingga dinamakan Hutan Tanaman Industri (HTI). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020), HTI adalah hutan tanaman yang dikelola dan diusahakan berdasarkan asas kelestarian, asas manfaat, dan asas perusahaan dalam rangka meningkatkan potensi dan kualitas hutan produksi dengan menerapkan silvikultur intensif untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri hasil hutan.

Hutan tanaman, umumnya ditanam secara monokultur (sejenis), seumur, dan dalam kawasan luas. Dengan demikian, pertumbuhan tanaman di kawasan tersebut menjadi seragam, tidak memiliki stratifikasi tajuk dan diversitasnya rendah. Akibatnya, ekosistem menjadi rentan terhadap gangguan, baik oleh faktor biotik maupun abiotik. Patogen sebagai salah satu faktor biotik penyebab kerusakan hutan akan mampu berkembang dengan baik dan menyebar cepat karena berlimpahnya makanan, serta tidak adanya koridor pembatas yang dapat menghambat penyebarannya. Akibatnya *outbreak* penyakit baru maupun penyakit yang sudah ada terjadi di berbagai kawasan hutan tanaman di seluruh dunia, termasuk di wilayah tropis, Indonesia. Kisaran kerusakan akibat serangan patogen pada tanaman hutan dapat mulai dari menghambat pertumbuhan, mengurangi kekuatan kayu, hingga menyebabkan kematian tanaman. Namun sayangnya kita hanya memiliki sedikit pengetahuan tentang bagaimana penyakit yang baru muncul dan terakumulasi dari waktu ke waktu.

Gougherty (2023) menunjukkan bahwa akumulasi penyakit meningkat pesat secara global, dan dalam beberapa tahun terakhir ini angkanya meningkat lebih dari dua kali ganda. Keberadaan penyakit cenderung banyak terakumulasi di wilayah geografi aslinya

dibandingkan dengan di luar wilayah sebaran alaminya. Namun, introduksi jenis tanaman baru di luar sebaran alamnya berpotensi menimbulkan penyakit baru yang cenderung invasif dan sangat merugikan. Eropa dan Asia Tengah memiliki akumulasi penyakit baru yang paling banyak, diikuti dengan Asia Timur. Dampak munculnya penyakit baru pada spesies pohon hutan diprediksi akan terus bertambah di masa depan dan mengancam produktivitas dan kelestarian hutan tanaman di seluruh dunia.

Beberapa Penyakit Penting Hutan Tanaman yang Berdampak Sangat Merugikan

1. Penyakit Busuk Akar oleh Jamur Ganoderma pada Acacia

Jamur *Ganoderma* termasuk kelompok jamur generalis yang memiliki kisaran inang cukup lebar. Jamur *Ganoderma* mampu melakukan degradasi selulosa bersama-sama dengan lignin secara simultan dan delignifikasi secara selektif di mana lignin terlebih dulu akan terombak sebelum selulosa (Schwarze dkk., 2000). Akibatnya pohon yang terserang akan cepat membusuk, mati, dan rawan patah atau tumbang. Sejak tahun 1980 *ganoderma* telah dilaporkan menimbulkan kematian pada *A. mangium* umur 5 tahun sebesar 29% (Arentz, 1986). Secara terperinci, di Asia Selatan dan Asia Tenggara, *Ganoderma* menyebabkan kematian pada pertanaman *Acacia* spp. dengan kisaran antara 3,2–40% (Eyles dkk., 2004). Di Sumatera, Indonesia, penyakit akar merah menyebabkan kerusakan parah pada pertanaman *A. mangium* dan *A. crassicarpa* umur 6 bulan, terutama pada rotasi kedua (Old dkk., 2000). Sedangkankan pada rotasi pertama, penyakit umum terlihat pada *A. auriculiformis* umur 5-8 tahun. Selain menyerang pertanaman akasia, penyakit ini juga menyebabkan kerusakan berat pada pertanaman kelapa sawit di Asia Tenggara. Sampai saat ini, penyakit akar merah menjadi ancaman utama dalam pertanaman *A. mangium*. Ancaman penyakit ini menjadi semakin nyata karena akar merah secara signifikan menurunkan kuantitas pemanenan kayu yang digunakan untuk pulp (Glen dkk., 2009).

Jenis tanah podsolik merah kuning dengan tekstur berpasir, curah hujan yang tinggi, kelembaban relatif di atas 80% serta umur

tanaman di atas 3 tahun merupakan faktor-faktor utama yang mendukung perkembangan penyakit. Luas serangan pada kawasan yang sesuai dapat mencapai lebih dari 70%, dan pada akhirnya tanaman akan mati total (Glen dkk., 2009). Persebaran jamur patogen yang berada di bawah permukaan tanah menjadi permasalahan tersendiri bagi pengendalian jamur ini. Bila patogen telah menyerang suatu pertanaman, maka pada rotasi berikutnya, pertanaman tersebut akan cenderung terserang penyakit akar lagi, karena sumber inokulum telah terinvestasi pada lokasi tersebut. Upaya menyingkirkan sumber inokulum bukanlah hal yang mudah, karena sumber inokulum berada di tanah sebagai tempat tumbuh tanaman. Saat ini *A. mangium* sudah tidak banyak ditanam dan digantikan dengan *Eucalyptus* spp. yang diketahui lebih toleran terhadap *Ganoderma* sp. Upaya pengelolaan *Ganoderma* baik secara fisik, mekanis maupun biologis menggunakan agen antagonis seperti jamur *Trichoderma* sp., *Phlebia* sp., maupun *Phlebiopsis* sp. sampai saat ini belum memberikan hasil yang diharapkan. Beberapa tahun terakhir ini, *A. mangium* sudah tidak banyak dikembangkan di hutan tanaman dan telah digantikan dengan *Eucalyptus* spp. yang diketahui lebih toleran terhadap *Ganoderma* sp. Di sisi lain, ekspansi serangan *Ganoderma* mulai tahun 2013 sampai saat ini juga telah banyak terjadi di berbagai ekosistem, termasuk hutan kota. Di kawasan kampus UGM juga telah ditemukan lebih dari 80 pohon yang berasal dari 16 spesies mengalami kerusakan, kematian atau tumbang akibat serangan berbagai spesies *Ganoderma* (Rahayu dkk., 2021).

Deteksi dini serangan *Ganoderma* dipandang sebagai salah satu strategi pengelolaan yang potensial dapat menekan serangan patogen. Saat ini teknologi deteksi rhizomorph *Ganoderma* menggunakan teknologi sensor sedang dikembangkan, namun aplikasinya belum dapat diterapkan secara luas. Diharapkan dengan deteksi dini ini dapat dilakukan pencegahan perkembangan penyakit lebih lanjut.

2. Penyakit karat tumor pada sengon

Penyakit karat tumor yang disebabkan oleh jamur karat *Uromycladium falcatarium* merupakan penyakit yang sangat merusak dan mematikan tanaman sengon. Penyakit telah berkembang dan merusak pohon-pohon sengon di beberapa pulau di Filipina sejak tahun

1990 dan di Sabah, Malaysia 1993. Di Indonesia, penyakit ini ditemukan di Pulau Seram, Maluku di tahun 1996 dengan status endemik. Namun, pada tahun 2003 status penyakit meningkat menjadi *outbreak* dan menyebar ke seluruh Pulau Jawa, dimulai dari Bondowoso, Jawa Timur. Gejala tumor akibat infeksi oleh jamur *U. falcatarium*, dapat terjadi pada biji dan polong, semai, tanaman muda, maupun pada tanaman dewasa di lapangan. Semua bagian tanaman meliputi pucuk, cabang, ranting, daun, batang dan bunga, dapat terinfeksi oleh jamur tersebut (Rahayu dkk., 2010). Pada biji, infeksi dapat terjadi pada bagian embrio, terutama apabila spora jamur telah masuk saat terjadi pembuahan, sedangkan pada semai, daun, batang, termasuk juga pucuk merupakan bagian tanaman yang paling rentan terhadap serangan jamur karat (Rahayu dkk., 2006).

Spora jamur (*teliospore*), sangat mudah diterbangkan dan disebarkan oleh angin dari satu tempat ke tempat lainnya yang sangat jauh sehingga penyebaran penyakit dapat berlangsung cepat. Secara umum, jamur karat ini memiliki kemampuan untuk membentuk ras patogenik atau ras fisiologi yang baru melalui berbagai mekanisme variabilitas. Akan tetapi, sampai saat ini pengetahuan tentang ras patogenik jamur penyebab penyakit karat tumor ini masih sangat terbatas. Secara spesifik, apabila teliospora telah sampai pada tempat yang sesuai, terutama pada bagian tanaman yang masih muda dan kondisi lingkungannya menguntungkan, teliospora tersebut akan berkecambah membentuk basidiospora. Secara bersamaan basidiospora kemudian melakukan penetrasi menembus jaringan inang dengan menggunakan pasak penetrasi menembus lapisan epidermis. Secara serentak kemudian membentuk hifa *intercellular* ataupun *extracellular* pada epidermis, xylem, dan floem (Rahayu dkk., 2010).

Penyakit dapat berkembang dengan cepat pada area dengan ketinggian di atas 500 m dpl., dengan kelembaban relatif di atas 80% serta terdapat kabut intensif pada malam atau pagi hari. Di lokasi tersebut penyakit dapat menyebabkan kematian semai sebesar 30% dan tanaman di lapangan antara 30% sampai 70% (Rahayu dkk., 2010; Rahayu, 2014; Rahayu dkk., 2018). Kondisi tersebut menyebabkan produktivitas tanaman sengon sangat menurun, baik di hutan tanaman maupun hutan rakyat.

Saat ini, penyakit karat tumor masih tetap menjadi ancaman bagi pertanaman sengon terutama di dataran tinggi yang berkabut. Namun tingkat keparahan penyakit yang ditimbulkannya sudah menurun, tidak lagi seperti pertama kali terjadi *out break* di 20 tahun yang lalu. Upaya pengelolaan dengan menggunakan sumber benih yang toleran (Wamena dan Wonogiri), serta penanaman di dataran rendah kurang dari 300 m dpl., mengindikasikan hasil yang baik dalam menekan serangan jamur karat *U. falcatarium*. Sampai saat ini strategi pemuliaan dengan melakukan seleksi material genetik tahan dari berbagai sumber, masih terus dikembangkan karena prospek kedepannya sangat menjanjikan.

3. Penyakit busuk batang oleh jamur *Ceratocystis* spp.

Jamur *Ceratocystis* spp. memiliki kisaran inang yang sangat lebar, baik pada jenis tanaman pertanian, perkebunan maupun kehutanan. Sejak tahun 2016, *Ceratocystis* spp. telah dilaporkan menyebabkan kematian sebesar lebih dari 30% pada hutan tanaman akasia, terutama *Acacia mangium* di Sumatra dan Kalimantan, 40% di Tawau, Sabah, Malaysia serta 20% di Vietnam. Sekitar 1,3 juta hektar hutan tanaman *A. mangium* di Vietnam juga memerlukan penanganan yang serius karena terserang penyakit busuk batang yang disebabkan oleh *C. manginecans* (Chi dkk., 2019). Selain itu *C. acaciivora* juga ditemukan pada hutan tanaman *A. mangium* di Sabah, Malaysia dan menyebabkan kematian pertanaman *A. mangium* seluas 10.000 ha (Brawner dkk., 2015). Beberapa tahun kemudian, *Ceratocystis* spp. juga telah dilaporkan menyebabkan kematian pada Eucalyptus, terutama *E. urophylla* dan *E. pellita* di Sumatra dan Kalimantan. Tanaman yang terserang *Ceratocystis* akan mengalami pembusukan pada bagian xylem dan akhirnya tanaman mati. Di lapangan, tanaman yang mengalami luka akibat gigitan serangga, kera, tupai maupun mamalia lainnya, akan mengalami serangan parah dan kematian tanaman berlangsung cepat. Di tahun 2023, telah dilaporkan bahwa serangan *Ceratocystis manginecans* yang semula hanya menyerang tanaman *E. pellita* di lapangan, saat ini telah menyebar juga di persemaian (Indrayadi dkk., 2023). Penyebaran *Ceratocystis* juga telah meluas dan menyerang pada jenis *A. deccurens* yang tumbuh di berbagai dataran tinggi dan di areal bekas erupsi gunung berapi

(Rahayu dkk., 2021). Beberapa jenis serangga bark beetle terindikasi sebagai vektor jamur *Ceratocystis* di alam. Hal ini semakin meningkatkan peluang terjadinya akumulasi patogen *Ceratocystis* di ekosistem hutan tanaman maupun alam. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan patogen tersebut menyebar antara lain adalah perpindahan inokulum dari kayu, tanah, frass serangga, dan perpindahan serangga (Friday dkk., 2016).

Strategi pengelolaan penyakit untuk menekan dan mengurangi penyebaran jamur telah banyak dilakukan, namun hasilnya belum terlihat nyata. Pemilihan sumber genetik yang tahan terhadap jamur *Ceratocystis* sp. saat ini dipandang sebagai salah satu metode yang tepat untuk mengendalikan penyakit. Pemilihan material genetik tanaman yang tahan atau toleran terhadap patogen jamur *Ceratocystis* sp. dipertimbangkan sebagai strategi paling efektif dan ekonomis untuk menurunkan insiden penyakit. Meskipun demikian, dalam penerapannya di lapangan, penggunaan material tahan atau toleran ini perlu tetap dimonitoring dan dievaluasi agar dapat menjamin keberlangsungan hidup dan produktivitas tanaman.

Hadirin yang berbahagia,

Isu Perubahan Iklim Global dan Penyakit Hutan

Tak dapat dipungkiri bahwa saat ini iklim global telah berubah dan membuat suhu udara menjadi lebih hangat. Salah satu penyebab perubahan iklim global yang paling dominan adalah emisi gas rumah kaca (GRK). GRK dapat berdampak negatif pada seluruh komponen ekosistem termasuk tumbuhan, mikroorganisme, serta organisme lainnya (Mortsch, 2006). Dampak negatif pada ekosistem hutan antara lain dapat terlihat pada perubahan fisiologi tumbuhan yang menjadi lebih buruk serta jasad renik berupa patogen penyebab penyakit yang sifatnya menjadi lebih patogenik (Pautasso dkk., 2012). Di samping itu, perubahan penggunaan lahan dan domestikasi pohon yang ditujukan untuk hutan tanaman pada skala besar dan monokultur, semakin memperburuk kerentanan tumbuhan terhadap patogen (Desprez-Loustau dkk., 2016). Patogen memiliki mekanisme yang sangat kuat untuk melakukan proses adaptasi yang cepat pada perubahan

lingkungan. Sebagai contoh, adaptasi sitoplasmik dan genetik yang dilakukan oleh beberapa kelompok jamur karat, mampu meningkatkan patogenesitas, memperluas jarak penyebaran, dan mempersingkat waktu sporulasinya (Menéndez, 2007), sehingga dampak kerusakan yang diakibatkan menjadi lebih cepat dan besar.

Meningkatnya akumulasi dan distribusi patogen, mengindikasikan bahwa patogen akan meningkatkan laju infeksi pada kondisi kelembapan dan suhu yang meningkat akibat perubahan iklim. Patogen ini umumnya juga mampu berevolusi, beradaptasi, dan bermigrasi lebih cepat dibandingkan dengan inangnya yang berumur panjang. Akibatnya perannya sebagai agen pengganggu tanaman hutan akan meningkat dan secara umum dapat berdampak buruk pada ekosistem hutan. Meskipun ada juga beberapa patogen yang menurun populasinya, karena kondisi inang yang justru menjadi kuat oleh pemanasan global. Prediksi umum respon patogen terhadap perubahan iklim dapat berupa:

- a) Ketidaksiesuaian (*asinkron*), di mana secara ekologis perubahan iklim akan menyebabkan siklus hidup atau tahap perkembangan inang-patogen menjadi tidak selaras, sehingga dampaknya pada inang akan menurun. Sebagai contoh, waktu pelepasan spora jamur patogen menjadi lebih lambat, sehingga insiden penyakit menurun.
- b) Pergeseran atau redistribusi rentang geografis. Patogen yang bersifat generalis akan mampu menoleransi berbagai kondisi iklim, sehingga dapat dengan mudah berpindah pada jenis inang yang berbedabeda, sehingga distribusinya lebih luas. Sebaliknya patogen yang bersifat spesialis (umum ditemukan di wilayah tropis), kemungkinan besar akan mengalami perubahan wilayah distribusi. Apabila patogen menjumpai kondisi lingkungan yang tidak sesuai bagi perkembangannya, maka populasinya akan menurun. Pergeseran ini dapat berdampak baik atau buruk bagi ekosistem hutan tergantung pada spesies dan wilayah ekosistem yang terpapar.

Selain pengaruhnya terhadap patogen, perubahan iklim juga berpengaruh secara langsung atau tidak langsung pada fisiologi inang. Meningkatnya penyebab stres abiotik bagi tumbuhan seperti kekeringan, panas ekstrem, dan meningkatnya kekuatan badai, sangat

mendukung perkembangan penyakit hutan menjadi lebih intensif. Namun, memprediksi dampak perubahan iklim terhadap penyakit hutan di masa depan bukanlah perkara mudah. Dampak yang tidak terduga dan mungkin tidak terprediksi dapat terjadi akibat interaksi perubahan iklim dengan faktor-faktor lain, termasuk perubahan kisaran inang, perubahan intensifikasi hutan tanaman, masuknya patogen eksotik, dan perubahan genetik inang (Corredor-Moreno dan Saunders, 2020).

Beberapa contoh pengaruh perubahan lingkungan terhadap perkembangan penyakit pada pohon hutan yang telah dipublikasikan, antara lain: Pengaruh bencana kekeringan terhadap patogen (Desprez-Loustau dkk., 2006); Perilaku *Heterobasidion irregulare* dan *H. annosum* terhadap kekeringan (Garbelotto dkk., 2010); Perilaku *Fusarium circinatum* terhadap cuaca beku (Watt dkk., 2011); Perilaku *Seiridium cardinale* yang memanfaatkan cuaca beku (Garbelotto, 2008); Perilaku patogen yang memanfaatkan serangga pada cuaca hangat (Dobson, 2009; Robinet dkk., 2011); Perubahan inang patogen jamur pada cuaca hangat (Gange dkk., 2011); Pengaruh faktor lingkungan terhadap perkembangan penyakit karat tumor pada *Falcataria moluccana* di Sabah, Malaysia (Rahayu dkk., 2018); Patogenesis penyakit karat tumor pada *F. moluccana* (sengon) yang tumbuh di areal terdampak erupsi Gunung Merapi di Indonesia (Rahayu dkk., 2020).

Hadirin yang berbahagia,

Peran Patologi dalam Mitigasi Penyakit Hutan

Adanya penyakit pada tanaman hutan dapat menurunkan tingkat kesehatan hutan dan berdampak pada nilai dan kemampuannya dalam memberikan jasa ekonomi, sosial, dan ekosistem. Secara umum, hutan yang sehat bukanlah hutan yang bebas penyakit, melainkan hutan yang dapat melestarikan dirinya sendiri dalam kondisi keseimbangan dinamis, setara dengan hutan yang sedang menuju, atau berada pada, kondisi klimaks. Oleh karena itu, hutan yang sehat akan mencakup mosaik petak-petak suksesi yang mewakili seluruh tahap gangguan dan pemulihan alami (Trumbore dkk., 2015). Dengan demikian, keberadaan patogen dan agen pengganggu lainnya dapat berperan penting bagi

regenerasi hutan alami dan siklus unsur hara yang pada akhirnya, meningkatkan ketahanan ekosistem. Akan tetapi pada hutan tanaman monokultur, termasuk di Hutan Tanaman Industri, adanya gangguan antropogenik yang dimediasi oleh manusia ditambah efek perubahan iklim, membuat pepohonan tidak dapat beradaptasi dengan habitatnya saat ini sehingga lebih rentan terhadap serangan patogen (Sherwood dkk., 2015).

Dalam rangka untuk menjaga stabilitas dan ketahanan hutan tanaman, termasuk di dalamnya adalah HTI, maka antisipasi dan mitigasi yang dapat dilakukan dalam rangka mengadaptasi perubahan iklim adalah:

1) Monitoring

Monitoring dapat membantu deteksi dini penyakit pohon, sehingga akan dapat berpotensi meningkatkan keberhasilan pengelolaan penyakit. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan hutan yang berkelanjutan untuk mengetahui masalah kesehatan pohon yang ada;

2) Peramalan

Skenario perubahan iklim telah digunakan untuk meramalkan risiko beberapa penyakit pohon di masa depan. Namun, ketidakpastian yang ditimbulkan oleh peramalan harus diantisipasi. Peramalan dapat dikembangkan menggunakan model, analisis risiko, dan peringkat risiko. Model ini dapat digunakan untuk memproyeksikan potensi dampak penyakit hutan, memberikan wawasan tentang besaran dan arah perubahan penyakit, membantu memfokuskan kegiatan pemantauan, dan memberikan masukan untuk manajemen dalam melakukan evaluasi dan pengembangan strategi pengelolaan penyakit;

3) Pengembangan Sistem Analisis dan Pemingkatan Risiko

Sistem ini dikembangkan melalui evaluasi data yang tersedia dan antisipasi perilaku patogen untuk memperkirakan dampaknya pada lingkungan baru dan untuk menentukan responsnya pada pengelolaan yang akan dilakukan;

4) Pengembangan Strategi Perencanaan dan Mitigasi

Strategi peningkatan kapasitas ekosistem untuk meningkatkan ketahanan ekologi sangat diperlukan. Penerapan intervensi silvikultur intensif yang tepat untuk meningkatkan kekuatan pohon

dan menurunkan dampak patogen berdasarkan skenario iklim yang diprediksi perlu difasilitasi dan dikembangkan. Di samping itu, program pemuliaan perlu dirancang dalam rangka meningkatkan toleransi dan ketahanan tumbuhan terhadap patogen dan stres lingkungan.

Program kesehatan hutan dengan mendasarkan pada penaksiran resiko dan sistem penilaian terkait kerusakan hutan perlu diterapkan untuk memastikan apakah program tersebut mampu menanggapi masalah secara cepat (Sturrock dkk., 2011). Kendati saat ini telah diterapkan peraturan tentang kesehatan tumbuhan global dan standar untuk lalulintas tanaman dan hasil hutan, namun banyak tenaga profesional yang merasakan kelemahan dan celah dalam menegakkan peraturan tersebut, sehingga masih tetap menimbulkan masalah biosekuriti yang besar (Brasier, 2008). Oleh karena itu dalam rangka pengelolaan kesehatan hutan secara terintegrasi, perlu disusun suatu sistem kerangka kerja yang bersifat fleksibel dengan menggunakan ilmu pengetahuan yang tepat serta alat-alat prediksi terbaik, yang dapat mempertimbangkan risiko kesehatan hutan dan ketidakpastian iklim, dalam rangka mengevaluasi dan meminimalkan gangguan hutan atau kerusakan oleh hama dan penyakit yang tidak diinginkan (Leech dkk., 2011). Untuk menghindari atau mengendalikan wabah, sistem pengawasan terpadu dan program penjangkauan yang efektif sangatlah penting. Karena pengaruh global dan lokal yang kuat terhadap munculnya penyakit hutan, maka diperlukan pendekatan yang lebih holistik untuk melakukan mitigasi atau mengendalikannya terutama di negaranegara berpendapatan rendah.

Terdapat ratusan patogen, baik asli maupun pendatang, yang berinteraksi dengan ekosistem hutan tanaman. Adanya perbedaan tingkat pengetahuan tentang fisiologi, siklus hidup, dan iklim yang mendukung perkembangan patogen, menjadi tantangan bagi ahli penyakit hutan. Sementara itu daftar spesies patogen yang secara khusus telah ditangani oleh para peneliti masih sangat sedikit. Dengan mempertimbangkan bahwa perubahan iklim global akan terus terjadi termasuk juga di Indonesia, maka risiko akan terjadinya *outbreak* penyakit hutan di Indonesia semakin meningkat potensinya. Sementara itu, tanggung jawab untuk mitigasi *outbreak* penyakit hutan tidak dapat

diserahkan hanya pada ahli patologi hutan saja. Permasalahan *outbreak* penyakit hutan sangat kompleks dan perlu ditangani secara bersama-sama dengan melibatkan berbagai pihak terkait. Untuk itu di Indonesia, perlu diusulkan dibentuk “Tim Mitigasi Kesehatan Hutan Tanaman” yang memiliki peran pengawasan yang efektif dan memiliki protokol pendeteksian serta alat yang memadai untuk memudahkan dilakukannya tindakan cepat dan tepat dalam menghadapi perubahan atau peningkatan dampak gangguan hutan.

Penutup

Hadirin yang saya hormati,

Sebelum saya menutup pidato ini, saya ingin menyampaikan puji syukur kehadirat Allah Swt, yang dengan karunia-Nya, saya diberi kesempatan untuk bisa berdiri di hadapan Bapak/Ibu sekalian untuk menyampaikan pidato ini.

Perkenankan saya untuk mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia, khususnya Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, yang telah memberikan jabatan Guru Besar dalam Bidang Patologi Hutan di Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Rektor, Senat Akademik, Dewan Guru Besar, Senat Fakultas Kehutanan, Dekan, dan para wakil Dekan, serta Kepala Departemen yang telah mengusulkan dan menyetujui usulan kenaikan jabatan saya.

Terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada Bapak/Ibu Guru di TK Aisyah Magelang, SD N 4 Jepara, SMPN 2 Jepara, SMAN 1 Jepara, yang telah memberikan dasar-dasar pengetahuan sehingga saya bisa berkuliah di UGM. Rasa terima kasih juga saya sampaikan untuk seluruh dosen di Jurusan Proteksi tanaman Fakultas Pertanian UGM, Ibu (Alm.) Prof. Ambarwati Harsojo dan Bapak Prof. Bambang Hadi Sutrisno sebagai Pembimbing Tugas Akhir S1; Ibu (Alm.) Prof. Oemi Haniin Sueseno dan Bapak (Alm.) Prof. Ahmad Sulthoni Sebagai Pembimbing Thesis di Fakultas Kehutanan UGM; serta Prof. Dr. Nur Aini Ab. Shukor dan Dr. Lee Su See sebagai pembimbing Disertasi saya di UPM, Malaysia.

Terimakasih dan hormat saya sampaikan kepada Dr. Eko Bhakti Hardiyanto, Teman teman di IUFRO (Dr. Jolanda Roux, Prof. Caroline Muhammad, Dr. Shankaran, Pham Quang Thu, Morag Glen, Phil G Cannon, Tod Ramsfield), FAO (Dr. Gary Man), APAFRI (Dr. Shim Hok Cuah, Shukiyah), JSPS Team (Prof. Naoto Kamata,), Sabah Softwood Berhad Malaysia (Hatta Mohammad, Dr. Yani Japarudin), APFISN (Simon Lawson), PT Sumalindo Lestari Jaya (Ir. F. Suhartono, Ir. Maurit S. Sipayung), KTI (Ir. Heru), PT. Darma Satya Nusantara (Ir Himawan, Bp. Agus Karangwuni), Bapak Hasan (Serayu Makmur Kayuindo), Dr. Abdul Ghafur dan Dr. Budi Tjahyono (PT APP), Pujo Sumantoro S.Hut. M.Sc dan Rika S. Hut M. Sc (Puslitbang Cepu), Nur Adin S. Hut (PERHUTANI Jawa Timur) yang telah memberikan kesempatan, dukungan dan motivasi serta fasilitas dalam peningkatan kapasitas dan pengalaman keilmuan saya selama di lapangan.

Kepada semua rekan sejawat dan para senior di Departemen Manajemen Hutan, Departemen Teknologi Hasil Hutan dan Departemen Konservasi SDH, serta Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan UGM terimakasih atas bantuan, support dan persahabatannya selama ini. Para senior serta teman sejawat dan laboran di Laboratorium perlindungan dan kesehatan hutan yaitu Prof. Achmad Sulthoni (Alm.), Ir. Subyanto (Alm.), Prof. Siti Muslimah Widyastuti (Alm.), Dr. Kuswanto, Prof. Sumardi, Dr. Musyafa, Dr. Ananto Triyogo, Fiqry Ardiansyah S. Hut M. Sc, Pak Warsun, pak Nanang, terimakasih yang tiada terhingga atas semua bimbingan, dukungan dan kekeluargaannya.

Saya juga berterima kasih kepada Prof. Sumardi dan Prof. Dr. Suryo Hardiwinoto, M. Agr.Sc selaku *reviewer* naskah pidato ini, dan juga Dr. Eko Bhakti Hardiyanto yang telah memberikan masukan dan saran bagi tulisan pada naskah pidato ini.

Terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada Prof. Achmad Sumitro (Alm.) sebagai Dekan yang telah membuka peluang untuk saya dapat mengabdikan dan berkarya di Fakultas Kehutanan UGM.

Ucapan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Mohammad Na'iem, M.Agr.Sc., Prof. Dr. Suryo Hardiwinoto, M.Agr.Sc., Dr. Dra. Ir. Winastuti Dwi Atmanto, M.P., IPU, Ir. Adriana, MP., Dr. Ir. Dwi T. Adriyanti, M.P., Dr. Ir. Eny Faridah, M.Sc., IPM., Dr. Ir. Handojo Hadi

Nurjanto, M.Agr.Sc., IPU., Dr. Ir. Musyafa', M.Sc., Dr. Ir. Supto Indrioko, S. Hut., M.P., IPU., Moch. Gunawan W, S.Hut., M.Sc., Prof. Dr. Ir. Budiadi, S.Hut., M.Agr.Sc., IPU., Dr. Ir. Yeni Widyana, NR., S.Hut., M.Sc., Prof. Dr. Priyono Suryanto, S.Hut., M.P., Dr. Ir. Daryono Prehaten, S.Hut., M.Sc., IPM., Ir. Atus Syahbudin, S.Hut., M.Agr., Ph.D., IPU., Prof. Ir. Widiyatno, S.Hut., M.Sc., Ph.D., IPM., Ir. Ananto Triyogo, S.Hut., M.Sc., Ph.D., IPM., Dr. Arom Figyantika, S.Hut., M.Sc., Fiqri Ardiansyah, S.Hut., M.Sc., Dr. Sawitri, S.Hut., M.Sc., Aqmal Nur Jihad, S.Hut., M.Sc., dan Dr. Nesty Pratiwi Romadini, S.Hut. yang telah memberikan suasana kehangatan di keluarga Departemen Silvikultur. Terimakasih kepada seluruh kolega di Fakultas Kehutanan UGM dan semua kolega yang telah bekerja sama dan memberikan dukungan selama ini. Semoga jalinan kerja sama akan semakin kuat ke depannya.

Mahasiswa bimbingan Faozan, Dipta, Puji, Kiki, Peyek, Latif, Umma, Dian, Gemma, Jati, Nikmah, Tito, Yanto, Heru, Nias, Salsa, Dony, Adita, Heryanto, Husna, Gilang, Brian, Khairi, Mayun, Zam Zam, Vanessa, Ruth dan yang tidak dapat saya sebut satu persatu, Asisten peneliti Risha, Eva, Andreas, Galuh, di Laboratorium Perlindungan dan Kesehatan Hutan yang dengan kompak, semangat, dan tekun menyertai pelaksanaan penelitian dan melahirkan karya-karya ilmiah bersama.

Teman teman Kost Sendowo C 50, Mbak Agung, Dik Aning, Sri Suwartini, Dik Arie dan Mbak Reni, serta teman teman SMA ROPAONE, teman kuliah S1 di Fakultas Pertanian angkatan 84 FUDE, terimakasih telah kebersamai dan memberikan keriang dan kekompakan.

Terima kasih kepada seluruh keluarga besar RM Wignyoatmojo dan keluarga besar Mangkuharjono atas kasih sayangnya selama ini. Paling mendalam dan tidak terungkapkan dengan kata-kata, saya sampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada ibunda Hj. Sulastri (Alm.) ayahanda R. Sardula (Alm.) yang selalu mendoakan, dan memberikan kasih sayang yang tiada henti. Terimakasih juga kepada Ibu dan Bapak mertua saya Ibu Hj. Supingah (Alm) dan Bpk. Mujono Mangku Harjono (Alm.) atas kasih sayang dan bimbingannya.

Secara khusus saya ingin mengucapkan rasa terimakasih yang mendalam kepada suami saya, mas Tata Wijayanta, yang telah berjuang bersama dari awal, selalu memberikan doa-dukungan-kasih sayang dan cintanya selama ini, sehingga saya bisa berada pada tahap pencapaian ini. Semoga kita menjadi keluarga yang sakinah mawadah warahmah dan selalu dalam lindungan Allah Swt.

Terima kasih saya sampaikan kepada kakak saya Mbak Titik beserta suami Rismono, Mbak Sri Rejeki (Alm.) beserta suami, Mas Bambang Sartolo (Alm.) beserta istri Siti Uswatul Hasanah, atas kebersamaan dalam keluarga.

Tidak bisa saya ucapkan secara satu per satu untuk semuanya, hanya bisa berdoa semoga Allah Swt memberikan limpahan berkah sebagai balasannya kepada Bapak/Ibu semuanya yang telah memberikan doa dan bantuan secara tulus kepada kami.

Akhir kata, atas nama saya pribadi dan keluarga menyampaikan terima kasih atas keikhlasan dan kesabaran Bapak/Ibu dalam menyimak uraian saya ini. Mohon maaf atas segala kekurangan. Semoga Allah Swt membalas dengan limpahan berkahNya, Aamiin.

Wabillahi taufik wal hidayah, wassalamu'alaikum wr. wb.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2021. **Pine wilt disease**. diakses pada 20 Maret 2024 pukul 12.45.
- Brasier, C. M. 2008. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. **Plant Pathology** 57, 792-808.
- Brawner, J., Japarudin, Y., Lapammu, M., Rauf, R., Boden, D., & Wingfield, M.J. 2015. Evaluating the inheritance of *Ceratocystis acaciivora* symptom expression in a diverse *Acacia mangium* breeding population. **Southern Forests: A Journal of Forest Science** 77:1, 83-90, ISSN 2070-2620.
- Chi, N. M., Thu, P. Q., Hinh, T. X., & Dell, B. 2019. Management of *Ceratocystis manginecans* in plantations of *Acacia* through optimal pruning and site selection. **Australasian Plant Pathology**. 48(4):343-350.
- Corredor-Moreno P. & Saunders, D. G. O. 2020. Expecting the unexpected: factors influencing the emergence of fungal and oomycete plant pathogens. **New Phytol.** 225:118–25.
- Desprez-Loustau, M. L., Marcais, B., Nageleisen, L. M., Piou, D., & Vannini, A. 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. **Annals of Forest Science**, 63, 597–612.
- Dezprez-Loustau, M. L., Aguayo, J., Dutech, C., Hayden, K. J., Husson, C., Jakushkin, B., Marcais, B., Piou, D., Robin, C., & Vacher, C. 2016. An evolutionary ecology perspective to address forest pathology challenges of today and tomorrow. **Annals of Forest Science** 73, 45-67.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Lestari. 2021. **Statistik Direktorat Jenderal PHL**. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Dobson, A. P. 2009. Climate variability, global change, immunity, and the dynamics of infectious diseases. **Ecology** 90, 920-927.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. **Terms and Definitions. Forest Resources Assessment. Working Paper 180**. Rome, Italy. p. 31. (Consulta: 13/04/2018).

- FAO. 2020. **The State of the World's Forests 2020. Forest, biodiversity and people.** Roma: FAO.
- Gange, A. C., Gange, E. G., Mohammad, A. B., & Boddy, L. 2011. Host shifts in fungi caused by climate change? **Fungal Ecology** Vol. 4 No. 2, 184-190.
- Garbelotto, M., Linzer, L., Nicolotti, G., & Gonthier, P. 2010. Comparing the influences of ecological and evolutionary factors on the successful invasion of a fungal forest pathogen. **Biol Invasions**. 12:943–957
- Glen, M., Bougher, N.L., Francis, A.A., Nigg, S. Q., Lee, S. S., Irianto, R., Barry, K. M., Beadle, C. L., & Mohammed, C. L. 2009. Ganoderma and Amauroderma species associated with root-rot disease of *Acacia mangium* plantation trees in Indonesia and Malaysia. **Australasian Plant Pathology** 38, 345–356.
- Gougherty, A. V. 2023. Emerging tree diseases are accumulating rapidly in the native and non-native ranges of Holarctic trees. **NeoBiota**. 87: 143-160.
- Indrayadi, H., Glen, M., Halimah, Fahrizawati, Prihatini, I., Beadle, C., Tjahjono, B., & Mohammed, C. 2023. Recognising ceratocystis disease symptoms in a *Eucalyptus pellita* nursery. **Australasian Plant Pathology** 52:625–636.
- Jurgensen, C., Kollert, W., & Lebedys, A. 2014. **Assessment of Industrial Roundwood Production from Planted Forests.** Roma: FAO.
- Leech, S. M., Almuedo, P. L., & O'Neill, G. 2011. Assisted migration: adapting forest management to a changing climate. **Journal of Ecosystem and Management** 12, 18-34.
- Menéndez, R. 2007. How are insects responding to global warming?. **Tijdschrift voor Entomologie** 150 (2), 355-365.
- Mitchell, R. G., Steenkamp, E. T., Coutinho, T. A., & Wingfield, M. J. 2011. The pitch canker fungus, *Fusarium circinatum*: implications for South African forestry. **Southern Forests** 73 (1), hal. 1-13.
- Mortsch, L. 2006. **Impact of Climate Change on Agriculture, Forestry, and Wetlands.** 10.1201/9780849330971.ch3.

- Moore, B. A., & Allard, G. B. 2008. **Climate Change Impacts on Forest Health, Forest Resources Development Service Working Paper FBS/9E**. Rome, Italy: Forest Resources Division, FAO. Retrieved 2 April 2009.
- Pan, C.-S. 2011. Sōng cái xiànchóng bìng yánjiū jìnzhǎn [Development of studies on pinewood nematodes disease]. **Journal of Xiamen University (Natural Science)**, 50, 476–483.
- Pautasso, M., Döring, T.F., Garbelotto, M., Pellis, L. & Jeger, M.J. 2012. Impacts of climate change on plant diseases – opinions and trends. **European Journal of Plant Pathogens**, 133, 295-313.
- Raffa, K. F., Aukema, B., Bentz, B. J., Carroll, A., Erbilgin, N., Herms, D. A., Hicke, J. A., Hofstetter, R. W., Katovich, S., Lindgren, B. S., & Logan, J. 2009. A literal use of “forest health” safeguards against misuse and misapplication. **Journal of Forestry**. 107, 276–277.
- Rahayu, S. 2014. **Strategi pengelolaan penyakit tanaman hutan di Indonesia: penyakit karat tumor pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana*)**. Gadjah Mada Press. UGM, Yogyakarta. 225 hal.
- Rahayu, S., See, L. S., Shukor, N. A. A., & Saleh, G. 2018. Environmental Factors Related to Gall Rust Disease Development on *Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J. W. Grimes at Brumas Estate, Tawau, Sabah, Malaysia. **Applied Ecology and Environmental Research** 16 (6): 7485-7499.
- Rahayu, S., Indrioko, S., dan Ardiyan, T. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Pink Fungus *Corticium Salmonicolor*, In Lanete Jackfruit and Indian Prickly Ash Plantations. **International Journal of Agriculture, Forestry, and Plantation**, 11: 165-173.
- Rahayu, S., Lee, S., S & Noor Aini, A. S. 2010. *Uromycladium tepperianum*, The gall Rust Fungus from *Falcataria moluccana* in Malaysia and Indonesia. **Mycoscience**. Hal. 149-153
- Rahayu, S., Pratama, R. G., Imron, M. A., Mahmud, J., & Nugroho, W. D. 2021. The occurrence of gummosis on invasive *Acacia decurrens* after Mount Merapi eruption in Yogyakarta, Indonesia. **Management of Biological Invasions** 12(4): 886-900.

- Rahayu, S., See, L. S., Shukor, N.A., & Saleh, G. 2018. Environmental factors related to gall rust disease development on *Falcataria moluccana* (miq.) Barneby & J.W. Grimes at Brumas estate, Tawau, Sabah, Malaysia. **Aeer Journal Bulgaria** (in press), 27(4).
- Rahayu, S., Sumantoro, P., Rubiantari, R., Suryanaji, Triyogo, A., Widyastuti, S. M. 2022. The First Report Epidemic of Complex Disease Red Band Needle Blight, Diplodia Shoot Blight and Fusarium Pitch cancer on *Pinus merkusii* in Java Islands, Indonesia. Tidak Dipublikasikan.
- Rahayu, S., Utomo, D. S., Cahyanto, V. E, Anggara, G., Adriyanti, D. T, Nurjanto, H. H & Kristian A.A. 2021. Monitoring of *Ganoderma spp* on the trees at Arboretum of Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia: Implications for health care recommendation of old trees. **IOP Conf.Series: Earth and Environment Sciences** 918 (2021)012044.
- Rahayu, S., Rahmawati, R., Ermi, F., Anggara, G., Silvana, V., dan Pramono, N. J. 2023. **Laporan Singkat Serangan Jamur Karat *Puccinia psidii* di Pertanaman Kayu Putih di BKP Lodoyo Barat, KPH Blitar.** Tidak Dipublikasikan.
- Robinet, C., Van Opstal, N., Baker, R., & Roques, A. 2011. Applying a spread model to identify the entry points from which the pine wood nematode, the vector of pine wilt disease, would spread most rapidly across Europe. **Biological Invasions**, 13, 2981–2995. doi:10.1007/s10530-0119983-0.
- Rodas, C. A. & Wingfield, M. J. 2020. **Important Pests and Diseases of Pinus dan Eucalyptus in Colombia.** Santiago de Cali, Colombia: Smurfit Kappa, hal. 118-119.
- Schwarze, F. W., Engels, J., & Mattheck, C. 2000. **Fungal Strategies of Wood Decay in Trees.** Berlin: Springer-Verlag.
- Sherwood, P., Villari, C., Capretti, P., & Bonello, P. 2015. Mechanisms of induced susceptibility to Diplodia tip blight in drought-stressed Austrian pine. **Tree Physiol.** 35, 549–562.
- Shin, S. C. 2008. Pine wilt disease in Korea. In: B.G. Zhao, K. Futai, J.R. Sutherland & Y. Takeuchi (Eds.) **Pine wilt disease.** Tokyo: Springer, pp. 26–32.

- Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K.J., Worrall, J. J., & Woods, A. J. 2011. Climate change and forest diseases. **Plant Pathology** 60, 133-149.
- Suzuki, K. 2004. **Pine Wilt and Pine Wood Nematode**. Encyclopedia of Forest Sciences.
- Trumbore, S., Brando, P., & Hartmann, H. 2015. Forest health and global change. **Science** 349, 814–818.
- Wang, J., Deng, J., Yan, W., & Zheng, Y. 2023. Habitat Suitability of Pine Wilt Disease in Northeast China under Climate Change Scenario. **Forests** 14 (8), 1687.
- Warman, R. D. 2014. Global wood production from natural forests has peaked. **Biodiversity and Conservation** 23(5): 1063–78.
- Watt, M. S., Ganley, R. J., Kriticos, D. J., & Manning, L. K. 2011. Dothistroma needle blight and pitch canker: the current and future potential distribution of two important diseases of Pinus species. **Can. J. For. Res.** 41, 412-424.
- Wingfield, M. J., Hammerbacher, A., Ganley, R. J., Steenkamp, E. T., Gordon, T. R., Wingfield, B. D., & Coutinho, T. A. 2008. Pitch canker caused by *Fusarium circinatum* – a growing threat to pine plantations and forests worldwide. **Australasian Plant Pathology** 37, 319-334.
- Zhao, H., Xian, X., Yang, N., Guo, J., Zhao, L., Shi, J., & Liu, W. 2023. Risk assessment framework for pine wilt disease: Estimating the introduction pathways and multispecies interactions among the pine wood nematode, its insect vectors, and hosts in China. **Science of the Total Environment** 905 (2023) 167075.

BIODATA



Nama : Prof. Dr. Ir. Sri Rahayu, M.P.
 Tempat/ tanggal lahir : Magelang, 23 April 1965
 NIP : 19650423 199103 2 004
 Pangkat/ Golongan : Guru Besar/IVb
 Jabatan : Guru Besar
 Alamat kantor : Jl. Agro No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta
 Email : sri.rahayu2013@ugm.ac.id
 Keluarga : Prof. Dr. Tata Wijayanta, S.H., M. Hum.
 (suami)
 Alamat rumah : Jl. Besi Raja, Gg. Besi Mulia, D 39 Sleman,
 Yogyakarta

Riwayat Pendidikan

1984 Jurusan Patologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas
 Gadjah Mada (Sarjana)
 1993 Jurusan Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah
 Mada (Magister)
 2003 Jurusan Patologi Hutan, Fakultas Pertanian, Universiti Putra
 Malaysia (Doktoral)

Riwayat kerja dan jabatan

1. PNS : Maret 1991
 2. Asisten Ahli : Mei 1997
 3. Lektor Muda : Agustus 1999
 4. Lektor : Oktober 2003

5. Lektor Kepala : September 2013
 6. Guru Besar : April 2024

Publikasi Ilmiah yang diunggulkan

- Anggara, G., **Rahayu, S.**, dan Nurjanto H. H. 2023. Macro fungi in Urban Forest of Universitas Gadjah Mada and Their Potential Uses as Medicinal Fungi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1233, Issue I.
- Indresputra, F., **Rahayu, S.**, Suradi, S., Damhuri, D., dan Yuniar., Y. 2022. Pest Incidence-Severity of *Tenupalpus Pacificus* Towards Leaf Mass Area (Lma) On Several *Dendrobium* Spp. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan* 10(1): 1121.
- Braner, J. T., Sunarti, S., Nirsatmanto, A., Indrayadi, H., Tarigan, M., Yuliarto, M., **Rahayu, S.**, Hardiyanto, E. B., Glen, M., Mohammed, C., dan Rimbawanto, A. 2022. Screening clonally replicated *Acacia mangium* breeding populations for tolerance to Ceratocystis canker and wilt disease. *Tree Genetics & Genomes*, 18(17).
- Putri, A., Nurtjahjaningsih, I. L. G., Prihatini, I., Nai'em, M., Indrioko, S., dan **Rahayu, S.** 2021. Callus Induction from Root Fragments of *Falcataria moluccana* Plantlets. *PrePrints*.
- Rahayu, S.**, Pratama, R. G., Imron, M. A., Mahmud, J., dan Nugroho, W. D. 2021. The occurrence of gummosis on invasive *Acacia decurrens* after Mount Merapi eruption in Yogyakarta, Indonesia. *Management of Biological Invasions* 12(4): 886-900. **Rahayu, S.**, Indrioko, S., dan Ardiyan, T. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Pink Fungus *Corticium Salmonicolor*, In Lanete Jackfruit and Indian Prickly Ash Plantations. *International Journal of Agriculture, Forestry, and Plantation*, 11: 165-173.
- Rahayu, S.**, Triyogo, A., Widyastuti, S. M, Musyafa, M., dan Ardiansyah, F. 2021. Pests and diseases on *Falcataria moluccana* trees in agroforestry systems with pineapple in East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(5): 2779-2788.
- Rahayu, S.**, Tudon, I. E., dan Hardiyanto, E. B. 2020. Correlations of Anatomical and Chemical Leaf Characteristics of Eucalyptus Clones with Spontaneous Leaf Spot Disease Severity Associated

with Phaeophleospora Fungi. *Taiwan Journal of Forest Science*, 35 (3): 239-248.

- Rahayu, S.**, Shukor, N. A. A., Saleh, G., dan See, L. S. 2020. Heritability of Early Growth Traits and Their Genetic Correlations for Gall Rust Disease of *Falcataria Moluccana*. *Pakistan Journal of Phytopathology* 32(1).
- Rahayu, S.**, Widiyatno, dan Adriyanti, D. T. 2020. Pathogenesis of gall-rust disease on *Falcataria moluccana* in areas affected by Mount Merapi Eruption in Indonesia. *Biodiversitas* 21(4): 1310-1315.
- Rahayu, S.**, See, L. S., Shukor, N.A., dan Saleh, G. 2018. Environmental factors related to gall rust disease development on *Falcataria moluccana* (miq.) Barneby & J.W. Grimes at Brumas estate, Tawau, Sabah, Malaysia. *Aeer Journal Bulgaria (in press)*, 27(4).
- Rawana, R., Hardiwinoto, S., Budiadi, B., dan **Rahayu, S.** 2018. The Effect of Vegetation Community and Environment on *Gyrinops versteegii* Growth. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 23(1): 10-22.
- Puliafico, K., Johnson, T., dan **Rahayu, S.** 2017. *Uromycladium falcatarium* Potential for Biocontrol of *Falcataria moluccana*. *Uromycladium Falcatarium-potential-for-biocontrol-of-Falcataria-moluccana*
- Cipta, H., **Rahayu, S.**, dan Nugroho, W. D. 2017. Effects of Tar Smearing Treatment on *Falcataria moluccana* Infected by Gall Rust Disease. *Journal of Tropical Forest Science*, Volume 29 (1), pg 10- 18.
- Indresputra, F., **Rahayu, S.**, dan Widiyatno. 2013. Effect of Pyroclastic Cloud from Merapi Volcano to The Survival of *Uromycladium tepperianum* on *Falcataria moluccana* in Yogyakarta, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, Volume 17, pg 70-78.
- Rahayu, S.**, Lee, S.S., dan Shukor, N.A.A. 2010. *Uromycladium tepperianum*, The Gall Rust Fungus from *Falcataria moluccana* in Malaysia in Indonesia. *Mycoscience*. Volume 51 (2). pg 149-153.

Rahayu, S., Shukor, N.A.A., Lee, S.S., dan Saleh, G. 2009. Responses of *Falcataria moluccana* Seedlings of Different Seed Sources to Inoculation with *Uromycladium tepperianum*. *Silvae Genetica*. Volume 58 (1-6). pg 62-68.

Asosiasi Profesional

1. PFI: Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (Anggota)
2. MASSI: Masyarakat Silvikultur Indonesia (Anggota)
3. MAFI L Masyarakat Agroforestry Indonesia (Anggota)
4. PII: Persatuan Insinyur Indonesia (Anggota)
5. APAFRI: Asia Pacific Association of Forest Research (Anggota)
6. APFISN: The Asia-Pacific Forest Invasive Species Network (Anggota)
7. INVASIVESNET: International Association for Open Knowledge on Invasive Alien Species (Anggota)
8. IUFRO WP 7.02.07: International Union of Forest Research Organizations Division 7, Working Party Diseases and Insects of Tropical Forest Trees (Coordinator 2010 to 2024)