

Distribusi Peta Awal Serangan Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr)) pada Beberapa Perkebunan Karet Rakyat di Kabupaten Asahan

*Mapping the Distribution Early Attacks of White Root Fungus Disease (*Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr)) at several smallholder's rubber plantation in Asahan.*

Maya Sari Rahayu, Lahmuddin Lubis*, Syahrial Oemry
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155
*Corresponding author : lahmuddin@usu.ac.id

ABSTRACT

Asahan is rubber planting area is still low productivity, one reason is White Root Fungus Disease with loss reaching Rp. 1 billion (8.53%) annually. The research aims to map the disease and determine the severity of the disease White Root Fungus on at several smallholder's rubber plantation in Asahan district. The research was conducted in smallholder's rubber plantation at Aek Teluk Kiri village Teluk Dalam sub-district, Kampung Baru and Silomlom village Simpang Empat sub-district, Sei Pulo Pale and Sei Alim Ulu village Air Batu sub-district and Laboratory Research and Technology, Faculty of Agriculture, University of Sumatera Utara in July to October 2015. The method of research is survey and cartography using Geographic Information System. The results showed a map of the distribution of white root fungus disease spread due to its geographic 2°83.167'54.5" - 2°91.055'23.4" LU and 99°61.997'34.7" - 99°73.535'64.9" BT, highest of disease severity in Sei Alim Ulu village Air Batu sub-district plantation is 52.50%, the lowest Silomlom village Simpang Empat sub-district plantation is 3.10%. The average yield of the questionnaire showed that a lack of awareness of farmers in performing optimal control so that the disease can spread rapidly.

Keywords: rubber, white root fungus, disease severity, map, *Rigidoporus microporus*

ABSTRAK

Kabupaten Asahan merupakan wilayah pertanaman karet yang masih rendah produktivitasnya di Sumatera Utara, salah satu penyebabnya adalah penyakit jamur akar putih dengan kerugian mencapai Rp. 1 miliar (8.53%) per tahunnya. Penelitian bertujuan untuk melakukan pemetaan serangan penyakit dan mengetahui keparahan penyakit jamur akar putih pada beberapa perkebunan karet rakyat di Kabupaten Asahan. Penelitian dilaksanakan di kebun karet rakyat Desa Aek Teluk Kiri Kecamatan Teluk Dalam, Desa Kampung Baru dan Silomlom Kecamatan Simpang Empat, Desa Sei Pulo Pale dan Sei Alim Ulu Kecamatan Air Batu dan Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara pada bulan Juli sampai Oktober 2015. Penelitian menggunakan metode survei dan pembuatan peta menggunakan Sistem Informasi Geografis. Hasil penelitian menunjukkan distribusi peta serangan penyakit jamur akar putih tersebar pada letak geografis 2°83.167'54.5" - 2°91.055'23.4" LU dan 99°61.997'34.7" - 99°73.535'64.9" BT, keparahan penyakit tertinggi terdapat di kebun Desa Sei Alim Ulu Kecamatan Air Batu yaitu 52,50%, terendah di kebun Desa Silomlom Kecamatan Simpang Empat yaitu 3,10%. Hasil rata-rata kuisioner menunjukkan bahwa kurangnya kepedulian para petani dalam melakukan pengendalian yang optimal sehingga serangan penyakit dapat menyebar cepat.

Kata Kunci : karet, jamur akar putih, keparahan penyakit, peta, *Rigidoporus microporus*

PENDAHULUAN

Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) merupakan komoditas perkebunan yang sangat penting peranannya di Indonesia. Areal perkebunan karet di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 3,4 juta hektar. Dari total perkebunan karet tersebut luasan perkebunan dibagi seluas 2,9 juta hektar atau 85% merupakan Perkebunan Rakyat (PR) dan selebihnya Perkebunan Besar Negara (PBN) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) (Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, 2013).

Sumatera Utara memiliki luas lahan perkebunan karet sebesar 419.097 hektar dengan total produksi 387.366,04 ton. Terdapat 25 kabupaten di Sumatera Utara yang membudidayakan tanaman karet. Dari daerah-daerah tersebut ada beberapa kabupaten yang menjadi daerah budidaya terluas diantaranya adalah : Mandailing Natal, Langkat, Tapanuli Tengah, Tapanuli Selatan, Nias, Padang Lawas Utara, Asahan, Serdang Berdagai, Labuhan Batu dan Simalungun (Badan Pusat Statistik, 2013).

Kabupaten Asahan merupakan salah satu sentra perkebunan karet di Sumatera Utara. Produksi karet mengalami penurunan dari 7.934,88 ton pada tahun 2011 menjadi 5.073,79 ton pada tahun 2014 dengan luas lahan 5.252,21 ha (Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Asahan, 2015).

Salah satunya disebabkan oleh adanya serangan penyakit jamur akar putih (JAP) yang disebabkan oleh jamur *Rigidoporus microporus*. Penyakit ini mengakibatkan kerusakan pada akar tanaman. Gejala pada daun terlihat pucat kuning dan tepi atau ujung daun terlipat ke dalam. Selanjutnya daun gugur dan ujung ranting menjadi mati. Ada kalanya terbentuk daun muda, atau bunga dan buah lebih awal. Pada perakaran tanaman sakit tampak benang-benang jamur berwarna putih dan agak tebal (*rizomorfe*) (Manurung *et al.* 2014).

Tahun 2014 luas serangan per ha JAP di Kabupaten Asahan mencapai 361,17 ha dengan taksasi kehilangan hasil per tiga bulan adalah 216,7 ha. Kerugian yang ditimbulkan mencapai Rp. 1.159.671.750 dengan

persentase kerugian mencapai 8.53% (BBPPTP, 2014).

Beberapa Perkebunan Besar Negara maupun Perkebunan Besar Swasta sudah mempunyai laporan intensitas serangan penyakit dengan disertai peta sebarannya, namun sejauh ini belum diterapkan pada perkebunan rakyat, hal ini dikarenakan para petani tidak mendapatkan informasi adanya serangan penyakit di kebun mereka sehingga penyebaran penyakit JAP pada kebun rakyat masih lebih cepat menyebar. Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian ke beberapa perkebunan karet rakyat di Kabupaten Asahan untuk dapat memetakan lokasi serangannya.

Penelitian bertujuan untuk melakukan pemetaan serangan penyakit dan mengetahui keparahan penyakit JAP di beberapa perkebunan karet rakyat di Kabupaten Asahan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun karet rakyat di Desa Aek Teluk Kiri Kecamatan Teluk Dalam, Desa Kampung Baru dan Desa Silomlom Kecamatan Simpang Empat, Desa Sei Pulo Pale dan Desa Sei Alim Ulu Kecamatan Air Batu dengan letak geografis 2°83.167'54.5" - 2°91.055'23.4" LU dan 99°61.997'34.7" - 99°73.535'64.9" BT dan Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dengan ketinggian tempat sekitar ± 25 m dpl dimulai dari bulan Juli sampai Oktober 2015.

Bahan yang digunakan adalah tanaman karet rakyat, peta lokasi penelitian skala 1:600.000, kantong plastik, tali plastik, aquadest, sampel tanah, beberapa sampel akar. Alat yang digunakan adalah GPS, kalkulator, alat tulis, buku data, kamera, thermometer-hygrometer, pH meter, timbangan analitik, meteran, gangkul.

Penelitian menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel dilakukan secara acak (*random sampling*), dengan prosedur kerjanya adalah 1). Menetapkan lima kebun penelitian 2). Menetapkan sampel yang diambil secara acak (*random sampling*) sebesar 10% (Gomez dan Gomez, 1995), 3). Mengamati secara langsung skala kerusakan

tanaman karet yang terserang penyakit JAP dengan membongkar akar tanaman karet yaitu mengambil garis tegak lurus dari gejala yang terlihat pada daun kemudian dibuat lubang sampai dijumpai akarnya 4). Menghitung kejadian penyakit dan keparahan penyakit jamur akar putih pada setiap kebun karet, 5). Mengambil sampel tanah di setiap kebun karet untuk dianalisis di Laboratorium.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data primer yaitu kejadian dan keparahan penyakit serta kuisioner ke petani.

Titik koordinat yang telah diperoleh dengan menggunakan GPS kemudian diinput kedalam aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan software *ArcView Gis 3.2a* untuk pembuatan peta serangan penyakit berdasarkan peta rupa bumi Kabupaten Asahan dengan skala 1:600.000 dan peta kebun dengan skala 1:10.000.

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu peta serangan penyakit dengan pembuatan peta diolah melalui program GIS menggunakan software *ArcView Gis 3.2a*. Persentase serangan penyakit dengan melihat kejadian penyakit JAP dengan rumus berikut :

$$KjP = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan :

KjP = Kejadian Penyakit

a = Jumlah tanaman terserang

b = Jumlah tanaman sehat

Persentase keparahan penyakit dengan memberi skoring pada akar yang diamati, dengan menggunakan nilai skala (Wattanasilakorn *et al.* 2012) sebagai berikut :

0 = Tanaman sehat dan daun masih hijau

1 = Dedaunan mulai menguning dan rhizomorf menempel pada leher akar

2 = Dedaunan mulai layu dan kulit akar sebagian kecil membusuk

3 = Defoliiasi daun atau daun berguguran, kulit dan kayu akar sebagian telah membusuk

4 = Tumbuh badan buah, kematian tanaman, semua kulit dan kayu akar membusuk

untuk menghitung tingkat keparahannya, maka hasil pengamatan nilai skala disubstitusi ke dalam rumus :

$$KpP = \frac{\sum(n \times V)}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan :

KpP = Keparahan Penyakit

n = Jumlah akar untuk setiap kategori serangan

V = Nilai skala dari setiap kategori serangan

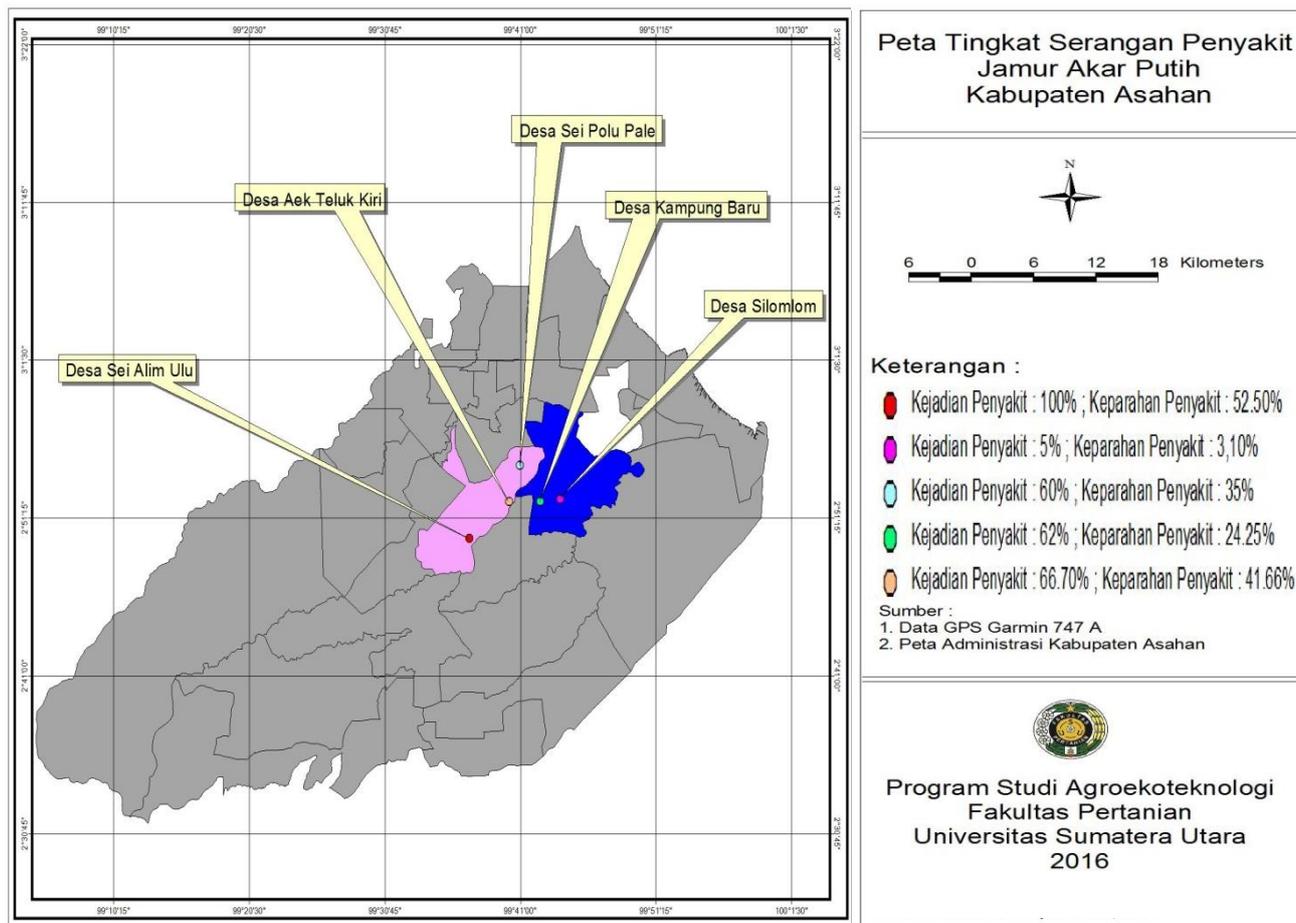
Z = Kategori tertinggi (4)

N = Jumlah tanaman yang diamati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan distribusi peta serangan penyakit JAP dengan tingkat keparahan yang berbeda tersebar di Kecamatan Teluk Dalam, Simpang Empat dan Air Batu pada letak geografis 2°83.167'54.5" - 2°91.055'23.4" LU dan 99°61.997'34.7" - 99°73.535'64.9" BT. Berdasarkan Gambar 1 diperoleh bahwa ada serangan penyakit JAP tersebar di Desa Aek Teluk Kiri, Desa Kampung Baru, Desa Silomlom, Desa Sei Pulo Pale serta Desa Sei Alim Ulu dengan tingkat serangan yang berbeda. Warna merah merupakan keparahan penyakit tertinggi yaitu 52,50%, kuning yaitu 41,66%, biru yaitu 35%, hijau yaitu 24,25% serta ungu yaitu 3,10%. Serangan penyakit tersebut dipetakan dengan menggunakan titik koordinat dari GPS dan diaplikasikan pada software *ArcView Gis 3,2a*. Hal tersebut dikarenakan untuk dapat memperoleh informasi letak geografis yang diterapkan pada peta rupa bumi dengan menggunakan program Sistem Informasi Geografis (SIG). Hal ini sesuai dengan pernyataan Budiyanto (2007) bahwa pemetaan penyakit tanaman di suatu wilayah lokasi survei penggunaan *soft ware* pemetaan *ArcView* memiliki kemampuan grafis yang baik dan kemampuan teknis dalam pengolahan data spesial tersebut memberikan kekuatan secara nyata pada *ArcView*. Kekuatan analisis inilah yang pada akhirnya menjadikan *ArcView* banyak diterapkan.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada pola penyebaran serangan penyakit terlihat berdekatan antara titik sampel. Hal ini menunjukkan bahwa serangan penyakit dapat menyebar akibat adanya kontak langsung dari akar tanaman sehat dengan akar tanaman yang telah terserang.



Gambar 1. Peta Serangan Penyakit Jamur Akar Putih

Tabel 1. Kejadian dan Keparahan Penyakit JAP pada Perkebunan Karet Rakyat

Kebun	Ketinggian Tempat (mdpl)	Suhu (°C)	Kelembaban Relatif (%)	pH Tanah	Kejadian Penyakit (%)	Keparahan Penyakit (%)
Desa Aek Teluk Kiri, Kec. Teluk Dalam	30	28,30	77,00	6,78	66,70	41,66
Desa Kampung Baru Kec. Simpang Empat	24	29,25	85,00	5,29	62,00	24,25
Desa Silomlom Kec. Simpang Empat	34	30,57	59,00	5,87	5,00	3,10
Desa Sei Pulo Pale Kec. Air Batu	37	28,72	57,00	7,78	60,00	35,00
Desa Sei Alim Ulu Kec. Air Batu	51	27,75	56,00	6,89	100,00	52,50

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa persentase kejadian penyakit dan keparahan penyakit tertinggi terdapat pada Desa Sei Alim Ulu Kecamatan Air Batu dengan persentase kejadian penyakit 100% dan keparahan penyakit 52,50%, dengan faktor yang mempengaruhi antara lain suhu 27,75°C, kelembaban relatif 56,00%, pH tanah 6,89 dan ketinggian tempat mencapai 51 mdpl yang merupakan ketinggian tertinggi dari lima kebun penelitian. Dalam hal ini pH tanah pada Desa Sei Alim Ulu merupakan pH netral yang sangat mendukung perkembangan patogen *R. microporus*. Berdasarkan hasil survei kebun di

Desa Sei Alim Ulu Kecamatan Air Batu merupakan kebun dengan umur tanaman yang tua dan kondisi kebun karet diselingi oleh tanaman sawit. Hal ini menyebabkan banyaknya sumber inokulum bagi patogen yang berasal dari tanaman sawit. Hal ini didukung oleh penelitian dari Aripin *et al.* (2003) bahwa intensitas serangan dari penyakit JAP dipengaruhi oleh jenis tanah, intensitas serangan JAP pada tanaman karet tertinggi pada jenis tanah sawit, hal ini dikarenakan tanah pada pertanaman sawit memiliki pH netral yang sangat dibutuhkan untuk berkembang biakan penyakit JAP.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kejadian penyakit dan keparahan penyakit terendah terdapat pada Desa Silomlom Kecamatan Simpang Empat dengan persentase kejadian penyakit 5% dan keparahan penyakit 3,10%. Suhu pada kebun ini 30,57°C, kelembaban relatif 59,00%, pH tanah 5,87, dan ketinggian tempat 34 mdpl. Suhu dan pH tanah di desa tersebut bukan merupakan suhu yang optimum bagi pertumbuhan patogen *R. microporus*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sinulingga dan Eddy (1989) yang menyatakan bahwa disamping sumber infeksi faktor perkembangan penyakit JAP juga dipengaruhi pH tanah. JAP dapat tumbuh pada suhu 10°C – 35°C spora dapat berkecambah dengan baik pada suhu optimum antara 25°C – 30°C. JAP juga menyukai kondisi tanah yang berpori dan lembab serta menyukai pH antara 3 – 9, optimum antara 7 – 8.

Hasil survei yang diperoleh dari kuisisioner bahwa dari lima petani pada lima kebun survei menunjukkan bahwa rata-rata kondisi kebun tidak diolah dengan baik dan benar. Cara pemeliharaan yang hanya dilakukan dengan pembersihan lahan tetapi membiarkan tanaman terserang dengan tanaman yang tidak tetap berada di kebun tanpa dibuang, masih banyaknya dijumpai tunggul-tunggul bekas tanaman yang melapuk, serta minimnya pengetahuan petani mengenai bahayanya penyakit JAP. Hal ini menunjukkan dari awal teknik budidaya kebun karet yang dilakukan petani rata-rata tidak benar seperti sebelum penanaman harus menggunakan olah tanah yang baik dan benar, tetapi mereka hanya melakukan penebangan dan langsung tanam. Hal ini sesuai dengan penelitian Manurung *et al.* (2014) bahwa JAP bila tidak dikendalikan semakin lama serangannya akan meningkat sehingga perlu dilakukan pengendalian baik secara preventif maupun kuratif. Pada areal tanpa olah tanah (TOT) ini keberadaan tunggul-tunggul atau sisa-sisa akar yang melapuk merupakan sumber inokulum JAP dan keberadaannya tidak merata di setiap lubang tanam karet sehingga menyebabkan cepatnya penyebaran serangan penyakit JAP.

Hasil survei menunjukkan rata – rata para petani membudidayakan tanaman karet mereka dengan menggunakan jarak tanam 5x3 – 5x3,5 m, jarak tanam tersebut yang menjadi salah satu faktor penyebab tingginya tingkat keparahan penyakit di kebun petani. Jarak tanam yang lebih dekat menyebabkan kurangnya cahaya matahari yang masuk ke dalam kebun dan banyaknya serasah tanaman yang berasal dari daun yang gugur di permukaan tanah menyebabkan tingkat kelembaban tinggi. Kelembaban yang tinggi merupakan salah satu faktor meningkatnya intensitas serangan penyakit pada tanaman inang. Pulungan *et al.* (2013) menyatakan bahwa kandungan bahan-bahan organik di dalam tanah, kelembaban dan aerasi tanah menyebabkan patogen *R. microporus* dapat tumbuh baik terutama pada kelembaban lebih dari 90%. Apabila kondisi ini sesuai, patogen dapat menjangkar sejauh 30 cm dalam waktu 2 minggu.

Sub Grub (Macam) Tanah, yang telah dianalisis oleh pakar tanah Adiwiganda (1996) sebelumnya pada lokasi kebun penelitian yang dilakukan di kebun Teluk Dalam, Air Batu dan Simpang Empat. Berdasarkan Tabel 2 karakteristik sifat fisik dan kimia tanah yang terdapat dari lima kebun survei diperoleh Sub Grub (Macam) Tanah yaitu *Typic Hapludult* terdapat pada Kebun Desa Aek Teluk Kiri, Sei Pulo Pale dan Sei Alim Ulu, warna tanah yaitu lapisan coklat kemerahan hingga coklat kelabu dan dengan tekstur lempung, liat, pasir dan lempung-lempung, berliat-lempung berliat., struktur tanah remah-gumpal, konsistensi tanah gembur- teguh dan drainase yang baik. *Typic Dystropept* terdapat pada Desa Silomlom dan Kampung Baru dengan warna tanah coklat-kemerahan, tekstur lempung-liat, struktur gumpal-lemah, konsistensi tanah agak teguh-gembur, serta drainase baik. Hal ini memperlihatkan kondisi tanah untuk pertumbuhan tanaman karet sudah cukup baik. Fauzi (2008) menyatakan bahwa sifat-sifat tanah yang sesuai untuk tanaman karet pada umumnya antara aerasi dan drainase cukup, tekstur tanah remah, porous dan dapat menahan air, struktur terdiri dari 35% liat dan 30% pasir serta kelerengan <16%. Kondisi

tanah dengan tingkat keparahan berpengaruh terhadap tingkat serangan penyakit dikarenakan para petani yang tidak melakukan pengolahan tanah. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Adiwiganda *et al.* (1996) bahwa persiapan lahan yang salah tanpa olah tanah (TOT) berpengaruh terhadap kualitas tanah, karena tanah akan menjadi keras dan padat yang tidak sesuai oleh tanaman karet. Pengolahan tanah pada kondisi kering akan menyebabkan airase yang tidak baik sebaliknya pengolahan tanah pada kondisi basahpun akan menyebabkan tanah menjadi padat dan kering. Oleh karena itu waktu pengolahan tanah harus disesuaikan dengan kondisi iklim setempat.

Berdasarkan data kelerengan kebun bahwa bentuk berombak-bergelombang, dengan kelerengan 3-15%. Hal ini menandakan kondisi kebun tidak begitu baik untuk budidaya karet. Fauzi (2008) melaporkan keadaan kelerengan sangat menentukan untuk menduga potensi kebanjiran/genangan di suatu wilayah. Wilayah belereng aliran air akan terjadi lebih cepat dibandingkan wilayah datar, dengan demikian kemungkinan terjadinya banjir/genangan di wilayah datar lebih besar dibandingkan wilayah belereng. Sehingga berpotensi meningkatkan intensitas penyakit.

Tabel 2. Karakteristik sifat tanah dari ke-5 Lokasi Survei

Kebun	Sub Grub (Macam) Tanah	Kelerengan (S)	Warna	Tekstur	Struktur	Konsistensi	Drainase
Desa Aek Teluk Kiri, Kec. Teluk Dalam	Typic Hapludult	Berombak-bergelombang ; 3-15%	Coklat kemerahan	Lempung, liat, pasir	Remah - gumpal	Gembur	Baik
Desa Kampung Baru Kec. Simpang Empat	Typic Dystropept	Bergelombang ; 3-15%	Coklat kemerahan	Lempung, liat	Gumpal - lemah	Agak teguh	Baik
Desa Silomlom Kec. Simpang Empat	Typic Dystropept	Berombak ; 3-15%	Coklat kemerahan	Lempung liat	Gumpal - lemah	Gembur	Baik
Desa Sei Pulo Pale Kec. Air Batu	Typic Hapludult	Berombak-bergelombang ; 3-15%	Coklat-kelabu	Lempung, liat, liat	Remah – gumpal	Teguh	Baik
Desa Sei Alim Ulu Kec. Air Batu	Typic Hapludult	Berombak-bergelombang ; 3-15%	Coklat-kelabu	Lempung, liat, liat	Remah – gumpal	Teguh	Baik

SIMPULAN

Distribusi peta serangan penyakit JAP di beberapa kecamatan Kabupaten Asahan dengan tingkat keparahan yang berbeda tersebar pada letak geografis 2°83.167'54.5" - 2°91.055'23.4" LU dan 99°61.997'34.7" - 99°73.535'64.9" BT. Kejadian penyakit dan keparahan penyakit teritinggi di Desa Sei Alim Ulu Kecamatan Air Batu dengan persentase serangan 100% dan 52,50% dan terendah pada Desa Silomlom Kecamatan Simpang Empat yaitu 5,00% dan 3,10%. Hasil rata-rata kuisioner menunjukkan bahwa kurangnya kepedulian para petani dalam melakukan pengendalian yang optimal sehingga serangan penyakit dapat menyebar cepat. Karakteristik umum tanah menunjukkan kondisi tanah sesuai untuk pertanaman karet tetapi cara

pengelolaan tanah yang salah membuat serangan penyakit meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiganda R., Purba A. dan Poeloengan Z. 1996. Pengolahan Tanah Areal Peremajaan Kelapa Sawit berdasarkan Sifat Tanah pada Tingkat Sub Grub (Macam). *Warta PPKS* 4(1) : 9-22.
- Aripin K., Lahmuddin L. dan Zulnayati. 2003. Pengaruh Jenis Tanah terhadap Serangan Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus* (Swartz : Fr) Van Ov) pada Tanaman Karet. Fakultas Pertanian Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Sumatera Utara dalam Angka 2013. Medan.

- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan. 2014. Laporan Serangan OPT Penting Perkebunan. Medan.
- Budiyanto. 2007. Avenue untuk Pengembangan Sistem Informasi Geografis. ANDI, Yogyakarta. Hal : 2.
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Asahan. 2015. Daftar Luas Areal dan Produksi Tanaman Karet Kabupaten Asahan, Asahan.
- Fauzi A. 2008. Kesesuaian Lahan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) berdasarkan Aspek Agroklimat di Sulawesi Tenggara. Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gomez K. A. dan Gomez A. A. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian (Edisi Kedua). UI – Press. Jakarta.
- Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. 2013. Potensi Karet di Sumatera Utara, Jakarta.
- Manurung L., Lahmuddin L., Marheni dan Cici I D. 2014. Pengujian Berbagai Jenis Bahan Aktif terhadap Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) (*Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr.)) di Areal Tanpa Olah Tanah (TOT). Agroekotek 3(1):168 – 178. ISSN No. 2337- 6597.
- Pulungan M. H., Lahmuddin L., Fatimah Z. dan Zaida F. 2013. Uji Efektifitas *Trichoderma harzianum* dengan Formulasi Granular Ragi untuk Mengendalikan Penyakit JAP (*Rigidoporus microporus* (Swartz:fr.) van Ov) pada Tanaman Karet di Pembibitan. Agroekotek 2(2):497 – 512. ISSN No. 2337- 6597.
- Sinulingga W. dan Eddy S. 1989, Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. Pusat Penelitian Karet, Sungei Putih. Hal: 8-13.
- Wattanasilakorn S., Sdoedee S., Nualsri C. dan Chuenchit S. 2012. *Screening or Rubber (Hevea brasilliensis Muell. Arg.) RiiStocks For The White Root Disese Resstance. Agritechno* 8(7):2385 – 2395. ISSN 1686 – 911.