

HUBUNGAN SIFAT FISIK TANAH TERHADAP KERUSAKAN TANAMAN CEMPEDAK PADA LAHAN REHABILITASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) DESA TIWINGAN LAMA KABUPATEN BANJAR

Evaluation of Growth and Health of Tolerant Crops on Watershed in Tiwingan Lama Banjar Regency

Susilawati, Yusanto Nugroho, Normela Rahmawati, dan Gt. Seransyah Rudy

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A.Yani Km. 36,5 Banjarbaru Kalimantan Selatan

ABSTRACT. Watershed rehabilitation lands are generally critical land. Planting is done there need to be evaluation of growth and health of plants. The purpose of this research is to analyze and evaluate the growth of tolerant crops that are Cempedak (*Artocarpus integer*) and Durian (*Durio Zibethinus*) as well as analyzing the amount of health of plants and the percentage of tolerant crops in the rehabilitation Tiwingan Lama Banjar District. The research method is performed purposive random sampling with 9 plot samples of each type of plant. The plot of research used is a circular plot measuring 7.94 meters. The percentage of life of the plant is calculated from the number of plants that live at the time of research divided the total number of plants in the early planted. Collection of identification data of plant health status is done by FHM (Forest Health Monitoring) method. The percentage of life of the plant is tolerant of the Watershed rehabilitation land for the Cempedak of 68.17% and for the type of durian 62.62% which is entered into medium category. Growth of the best Cempedak plant at the age of ± 4 years in the slope 26-45% have a volume increments of 0,0116M³/year and the growth of the best durian plants in the slope of 16-25% with a volume increments 0.0587 m³/year. The health value of the tolerant plant to 3 (three) classes of slope indicating health with a healthy classification with mild damage.

Keywords: Evaluation; Health tolerant crops; Rehabilitation land

ABSTRAK. Lahan rehabilitasi DAS umumnya lahan kritis. Hubungan tanah terhadap kerusakan tanaman sangat berpengaruh terhadap tanaman yang ditanam di lahan kritis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi hubungan tanah terhadap tanaman cempedak (*Artocarpus integer*) di lahan rehab DAS Tiwingan Lama Kabupaten Banjar. Metode penelitian dilakukan secara purposive random sampling dengan 9 plot sampel tanaman. Plot penelitian yang digunakan adalah plot lingkaran berukuran 7,94 meter. Hubungan sifat fisik tanah terhadap tanaman cempedak pada saat penelitian di lapangan dibagimenjadi tiga kelas lereng. Sifat fisik tanah yang diteliti ialah *bulk density*, *partical density* dan porositas terhadap kerusakan tanaman. Pengaruh *bulk density* dan *partice density* terhadap kerusakan tanaman cempedak tertinggi terdapat pada kelas lereng datar dengan nilai kerusakan 3,66 begitu juga dengan pengaruh porositas nilai kerusakan yang paling tinggi terdapat pada kelas lereng datar.

Kata kunci : Sifat fisik tanah; Kerusakan tanaman cempedak; Lahan rehabilitasi

Penulis untuk korespondensi, surel: susilawati@ulm.ac.id

PENDAHULUAN

Lahan merupakan sumberdaya alam yang sangat penting untuk pengembangan usaha pertanian, terutama untuk memenuhi kebutuhan industrialisasi (Lamb *et al.*, 2005). Menurut Arsyad (2000), kerusakan sumber daya lahan sudah umumnya disebabkan faktor kelerengan, hal ini karena kelerengan mempengaruhi laju aliran permukaan (*Run off*), pada daerah kelerengan lebih tinggi apabila tidak terdapat vegetasi yang rapat maka laju aliran permukaan akan semakin

cepat. Laju aliran permukaan akan menurun dengan kerapatan vegetasi dan tebalnya serasah pada lahan hutan. Vegetasi akan mampu menekan pukulan air hujan yang memecah agregat tanah atau tertahan oleh kanopi pada bagian atas tumbuhan. Pendekatan pengelolaan sumber daya lahan pada umumnya oleh pemerintah dilakukan metode pendekatan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS).

Saat ini kondisi sebagai kesan DAS di Kalimantan selatan terdegradasi, hal ini dibuktikan dengan banyaknya lahan-lahan kritis di berbagai DAS di Kalimantan selatan.

Pemerintah telah melakukan upaya untuk mengembalikan DAS yang kritis agar dapat berfungsi optimal kembali, salah satu yang dilakukan pemerintah melalui dinas kehutanan dan balai pengelolaan daerah aliran sungai (BPDAS) dengan mewajibkan setiap perusahaan yang mempunyai IPPKH (izin pinjam pakai kawasan hutan) untuk melakukan rehabilitasi pada daerah aliran sungai yang telah ditetapkan oleh BPDAS dengan luas yang sama dengan peruntukan luas rehab ditambah 10%. Berbagai perusahaan telah diwajibkan untuk mengurus rehab DAS, salah satu PT. Tunas Inti Abadi yang menanam pada daerah lahan kritis di DAS Tiwingan lama kabupaten Banjar.

Rehab das umumnya ditanam pada lahan yang kritis atau sangat kritis, di berbagai lahan kritis ini ada pada berbagai kelas lereng mulai dari kelas landai sampai kelas curam. Lahan kritis umumnya memiliki tutupan lahan berupa alang-alang ataupun semak sehingga memiliki intensitas cahaya yang penuh mengenai lahan. Lahan dengan jenis tanaman toleran menjadi tantangan yang cukup berat bagi pengelolanya. Tanaman toleran merupakan kemampuan relatif suatu pohon untuk bertahan hidup di bawah naungan (Indriyanto, 2008).

Kualitas tanah (*soil quality*) dan kesehatan tanah (*soil health*) seringkali digunakan secara bersamaan atau bergantian. Para pakar menggunakan istilah kualitas tanah, sedangkan para pengguna lebih sering menggunakan istilah kesehatan tanah. Kualitas tanah adalah kemampuan tanah untuk melakukan dan mempertahankan berbagai fungsi tanah. Kualitas tanah merupakan integrasi sifat fisik, kimia dan biologi untuk menyediakan media tumbuh bagi tanaman dan aktivitas biologis, mengendalikan partisi aliran air dan retensi air, serta berperan sebagai penyangga dan filter terhadap degradasi senyawa xenobiotika atau kontaminan yang membahayakan lingkungan.

Bulk density atau kerapatan lindak adalah perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah, termasuk pori-pori tanah. *Bulk density* merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah maka semakin tinggi pula *bulk density*, yang berarti makin sulit pula meneruskan air atau menembusnya akar tanaman. Umumnya, *bulk density* berkisar dari 1,1 – 1,6 gr/cc. Beberapa jenis tanah mempunyai *bulk density* kurang 0,9 gr/cc (misalnya tanah

andisol), bahkan ada yang kurang dari 0,1 gr/cc (tanah gambut).

Particle density berbeda dengan *bulk density*, dimana *particle density* merupakan berat tanah kering persatuan volume partikel tanah sehingga tidak termasuk pori-pori tanah. Tanah mineral mempunyai *particle density* yaitu 2,65 gr/cm³. Dengan mengetahui besarnya nilai *partikel density* dan *bulk density* maka dapat diketahui banyaknya persentase pori-pori tanah. Kandungan bahan organik memberikan pengaruh pada *partikel density* (Hardjowigeno, 2003). Penentuan kepadatan partikel tanah pertimbangannya hanya diberikan untuk partikel yang kuat sehingga partikel setiap tanah merupakan suatu tetapan dan tidak bervariasi menurut jumlah ruang partikel. Hal ini didefinisikan sebagai massa tiap unit volume partikel tanah dan sering kali dinyatakan dalam gram/cm³. Kebanyakan tanah mineral memiliki kerapatan partikelnya rata-rata sekitar 2,6 gram/cm³ (Foth, 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi hubungan sifat fisik tanah terhadap tanaman cempedak (*Artocarpus integer*) dilahan rehab DAS Tiwingan Lama Kabupaten Banjar.

METODE PENELITIAN

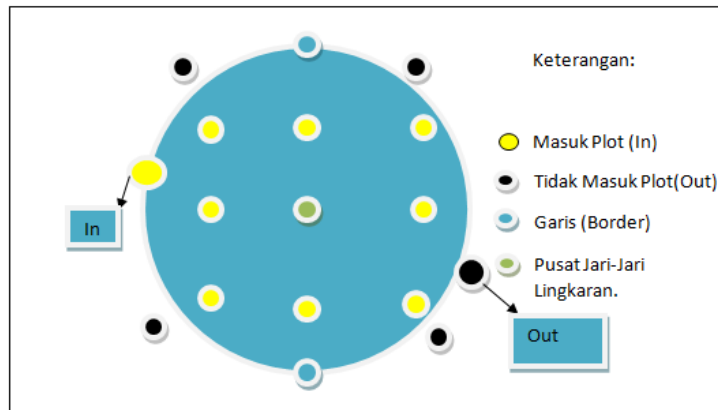
Penelitian dilaksanakan di Lahan Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Desa Tiwingan Lama Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan selama kurang lebih 6 (enam) bulan pada bulan Desember 2019 sampai dengan bulan Mei 2020. Mulai kegiatan persiapan, pengambilan data dilapangan, pengolahan data dan penyusunan laporan penelitian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Kelerengan Lahan Rehabilitasi DAS Desa Tiwingan Lama, meteran, pita ukur, *clinometer*, *tally sheet*, kamera dan alat tulis menuliskan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman cempedak yang terdapat di Lahan Rehab DAS.

Penentuan titik sampel menggunakan metode *purposive random sampling* yaitu diambil berdasarkan kelas lereng pengamatan dengan 3 (tiga) kali pengulangan secara menyeluruh untuk pengamatan kerusakan tanaman cempedak. Total plot untuk pengamatan yaitu 9

(sembilan) plot untuk tanaman dengan jumlah 291 tanaman cempedak. Plot yang digunakan adalah plot lingkaran berukuran

7,94 meter karena tanaman yang diteliti ialah tanaman sejenis.



Gambar 1. Plot lingkaran pengamatan tanaman Cempedak.

Pengukuran yang dilakukan untuk pengukuran kerusakan tanaman cempedak di lapangan yaitu tinggi dan diameter pohon yang masuk dalam plot lingkaran dengan jarak setiap plot yaitu 50 meter. Pengambilan data identifikasi status kesehatan tanaman dilakukan dengan metode FHM (*Forest Health Monitoring*), yaitu metode penilaian kesehatan tanaman dan tingkat kerusakan per individu tanaman. Pengamatan kesehatan tanaman dilakukan pada level individu tanaman meliputi lokasi kerusakan, tipe kerusakan, dan tingkat keparahan (Alexander, 1996). Pengamatan dilakukan pada bagian tanaman terdiri dari tajuk, daun, cabang, batang dan akar tanaman. Kerusakan yang diamati pada satu pohon maksimal 3 tipe kerusakan yang dianggap paling menimbulkan kerusakan pada pohon.

Formula indeks kerusakan ialah formula yang digunakan untuk menilai kesehatan tanaman baik pada level individu maupun

pada level tegakan. Status kesehatan tanaman merupakan hasil penjumlahan dari kerusakan tanaman yang diamati. Komponen indikator kerusakan ialah lokasi kerusakan, tipe kerusakan dan keparahan kerusakan dihitung dengan menggunakan rumus indeks kerusakan pohon (Alexander, 1996).

Analisis data hasil pengamatan ialah dengan analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif yaitu identifikasi sifat fisik tanah dan menganalisis pengaruh sifat fisik tanah terhadap kerusakan tanaman cempedak.

1. Analisis Kesehatan Tanaman

Analisis kesehatan tanaman digunakan untuk mengetahui indeks kerusakan. Indeks Kerusakan Pohon (IKP) dan Indeks Kerusakan Area (IKA) menurut Alexander (1996) menggunakan rumus:

$$\text{Indeks Kerusakan Pohon} = (\text{Tipe kerusakan 1} \times \text{lokasi kerusakan 1} \times \text{keparahan 1}) + (\text{Tipe kerusakan 2} \times \text{lokasi kerusakan 2} \times \text{keparahan 2}) + \dots + (\text{Tipe kerusakan n} \times \text{lokasi kerusakan n} \times \text{keparahan n})$$

$$\text{Indeks Kerusakan Area (Area Level Index/ALI)} = \text{Rata-rata kerusakan pohon dalam area.}$$

Hasil Indeks Kerusakan Pohon dan Area kemudian dikategorikan ke dalam kelas

Kesehatan Tanaman menurut Mangold (1997) seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Kelas Kesehatan dan Kerusakan Tanaman

No.	Nilai Kerusakan Tanaman	Kategori
1.	0 < 5	Sehat
2.	6-10	Kerusakan ringan
3.	11-15	Kerusakan sedang
4.	16 - >21	Kerusakan berat

Uji lanjutan menggunakan *Statistical Package of the Social Sciences (SPSS)* Versi 22

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Kelas Lereng.

1. Nilai *Bulk Density*, *Partikel Density* dan Porositas

Penanaman tanaman dalam sistem agroforestri berbasis cempedak dapat berpengaruh terhadap kondisi fisik tanah baik secara langsung melalui pola sebaran akar yang beragam, maupun secara tidak langsung melalui penyediaan pangan bagi cacing tanah. Hubungan sifat fisik tanah

terhadap tanaman toleran sangat berpengaruh karena merupakan tempat tumbuh tanaman dimana semakin padat tanah maka akar semakin susah menembus tanah untuk memperoleh unsur hara. Tekstur dan struktur tanah adalah ciri fisik tanah yang sangat berhubungan. Kedua faktor ini dijadikan parameter kesuburan tanah, karena menentukan kemampuan tanah tersebut dalam menyediakan unsur hara (Tambunan, 2008). Tekstur berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam permeabilitas, kemudahan pengolahan tanah, daya menahan air dan hara serta berpengaruh pula terhadap perkembangan akar tanaman (Suswati, 2011).

Tabel 2. Nilai Rata-rata, *Bulk Density*, *Partikel Density* dan Porositas

Perlakuan	BD (g/cm ³)	PD (g/cm ³)	Porositas (%)
CK1U1	0,97	1,83	47,22
CK1U2	1,03	1,98	47,74
CK1U3	1,28	2,00	35,91
CK3U1	1,23	2,19	43,88
CK3U2	1,25	2,19	42,82
CK3U3	1,21	1,93	37,34
CK4U1	1,23	2,02	39,13
CK4U2	1,17	2,18	46,31
CK4U3	1,08	2,12	48,93
DK1U1	1,06	2,08	49,16
DK1U2	1,06	2,19	51,67
DK1U3	1,07	2,11	49,4
DK2U1	1,26	2,03	37,86
DK2U2	1,12	2,07	45,77
DK2U3	1,03	2,08	50,47
DK3U1	1,27	2,04	37,84
DK3U2	1,21	2,18	44,37
DK3U3	1,13	2,08	45,49

a. *Bulk density*

Bulk density sebagai parameter kepadatan suatu tanah, Tanah yang

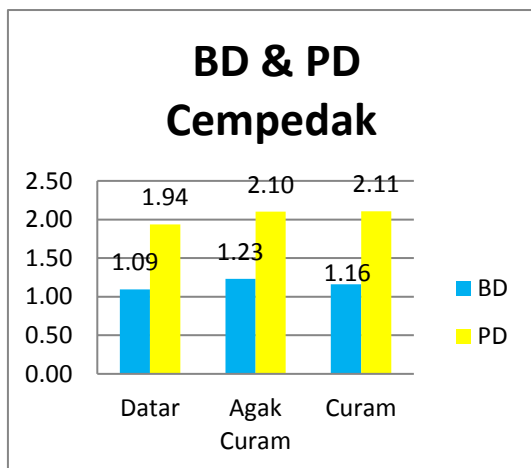
bertekstur halus mempunyai porositas tinggi dan berat isi yang lebih rendah dari pada tanah berpasir (Pairunan et al,

1985). Berdasarkan data penelitian nilai *bulk density* yang paling kecil pada cempedak kelerengan 0-8% 0,97 dan pada tanaman durian nilai *bulk density* yang paling kecil durian kelerengan 8-15% ulangan 3 dengan nilai 1,03. Sedangkan nilai *bulk density* yang paling besar pada tanaman cempedak adalah kelerengan 15-25% yang bernilai 1,25, pada tanaman durian pada kelerengan yang sama dengan cempedak yaitu 15-25% dengan nilai 1,27.

b. Particle density

Particle density berbeda dengan *bulk density*, dimana *particle density* merupakan berat tanah kering persatuan volume partikel-partikel tanah sehingga tidak termasuk pori-pori tanah. Tanah mineral mempunyai *particle density* yaitu 2,65 gr/cm³.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *particle density* yang paling besar adalah 2,19 yang terdapat pada tanaman cempedak kelerengan 15-25% pada ulangan kedua dan ketiga. Tanaman durian menunjukkan bahwa nilai *particle density* yang paling besar adalah kelerengan 0-8% ulangan kedua yang bernilai 2,19 yang sama dengan tanaman cempedak. Nilai *bulk density*, partikel density dan porositas mempunyai hubungan yang sangat erat Semakin besar nilai *bulk density* maka semakin besar pula nilai partikel density, hubungan anantara *bulk density* dan partikel density berbanding lurus.



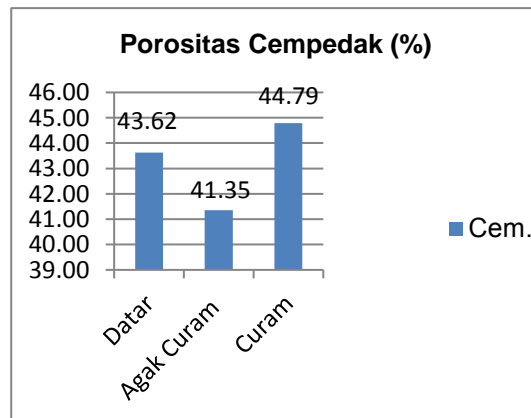
Gambar 2. Grafik *Bulk density* dan *Particle density* tanaman cempedak

Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai *Bulk Density* lebih rendah dibandingkan

dengan *particle density* baik itu di tempat datar, agak curam dan curam. Nilai data yang dihasilkan pada kondisi datar pada *bulk density* sebesar 1.09 dan *particle density* didapatkan hasil sebesar 1.94. Kondisi lahan dengan keadaan agak curam didapatkan data bahwa nilai *bulk density* sebesar 1,23 dan *particle density* sebesar 2,10. Keadaan lahan yang ketiga yaitu dengan kemiringan yang curam didapatkan nilai *bulk density* sebesar 1,16 dan *particle density* sebesar 2,11. Umumnya, *bulk density* berkisar dari 1,1 – 1,6 gr/cc.

c. Porositas

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara sehingga merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah. Porositas dapat ditentukan dengan menempatkan tanah kering oven pada sebuah panci air hingga seluruh ruang kosong terisi air. Perbedaan berat antara tanah kering oven dan tanah basah jenuh disebut total ruang pori. Pada grafik porositas tanaman cempedak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Porositas Tanaman Cempedak.

Grafik porositas tanaman cempedak yang terbagi menjadi tiga kelas lereng dimulia dari kelerengan datar, agak curam dan curam dilai porositas yang tertinggi dari ketiga klas lereng tersebut adalah klerengan curam dengan nilai porositas 44,79. Nilai porositas terkecil yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 41,35 pada kelerengan yang agak curam berbeda dengan kelerengan yang datar dimana nilai porositas yang didapatkan sebesar 43,62. Porositas merupakan nisbah persentase dari ruang pori

total. Besarnya total ruang pori tanah menunjukkan tanah tersebut gembur dan memiliki banyak ruang pori tanah.

Hasil analisis ragam faktorial pada uji *bulk density*, *partikel density* dan porositas mempunyai nilai F hitung yang lebih kecil dari F Tabel, sehingga keterkaitan tersebut tidak berbeda nyata. Uji lanjutan digunakan jika data menunjukkan adanya pengaruh nyata atau signifikan, oleh karena itu uji lanjutan tidak digunakan pada perhitungan *bulk density*, *partikel density* dan porositas tanah.

Nilai *bulk density* yang paling tinggi terdapat pada kelerengan agak curam karena kurangnya vegetasi yang dapat beradaptasi dikelerengan ini sehingga kepadatan tanah meningkat dan porositas berkurang dimana pada kelerengan agak curam nilai porositas 41,34. Nilai *partikel density* yang paling besar terdapat pada kelerengan curam dan agak curam. Nilai porositas yang tertinggi terdapat pada kelerengan curam sebesar 44,79 karena banyaknya vegetasi yang terdapat pada kelerengan ini, sehingga pori-pori tanah meningkat.

Tabel 3. Analisis Ragam Sifat Fisik Tanah Pada Tanaman Durian.

No	Kelerengan	BD gr/cm ³	PD gr/cm ³	Porositas
1	Datar	1,06 ^a	2,12 ^a	50,07 ^a
2	Landai	1,13 ^a	2,06 ^a	44,70 ^a
3	Curam	1,20 ^a	2,10 ^a	42,5 ^a

Keterangan: Tidak signifikan

Mean : 1,1344; 2,0955; 45,7011

Standar Deviasi : 0,0909; 0,9592; 5,1119

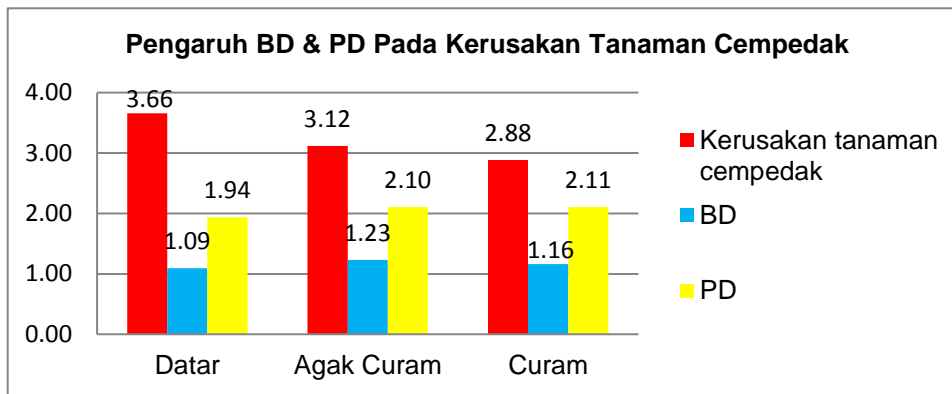
LSD : 0,0639; 0,0450; 3,6392

Hasil analisis ragam faktorial pada tanaman durian dimana nilai *bulk density* yang paling besar terdapat pada kelerengan curam yang bernilai 1,20 dan yang paling kecil pada kelerengan datar dengan nilai 1,06 dimana pada kelerengan curam ini kurangnya vegetasi sehingga kepadatan tanah meningkat dan porositas *partikel density* dan porositas berkurang. Nilai Porositas yang paling tinggi pada kelerengan datar dinamakan nilainya sebesar 50,07, disebabkan karena vegetasinya masih banyak yang dapat tumbuh di kelerengan tersebut sehingga pori-pori tanah meningkat.

Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Kerusakan Tanaman Cempedak.

Kerusakan tanaman cempedak yang dapat dilihat di grafik tersebut dimana

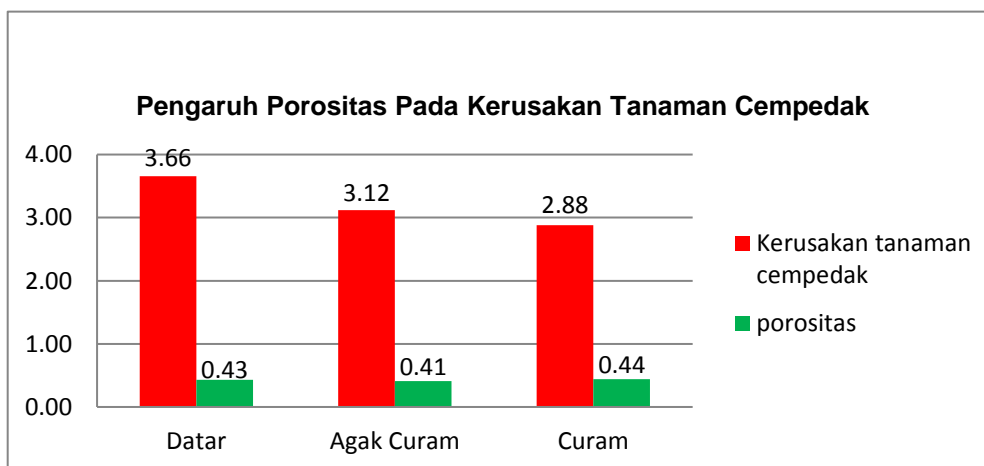
terdapat tiga kelerengan yang berbeda-beda. Dari hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa di berbagai kelerengan atau ketinggian tempat sangat berpengaruh terhadap tanaman toleran karena dapat dilihat pada grafik tanaman cempedak yang berkelerengan datar kerusakan tanamannya lebih tinggi dibandingkan dengan kelerengan lainnya yang memiliki nilai sebesar 3,66 sedangkan pada kelerengan agak curam nilai kerusakannya sebesar 3,12 dan kerusakan yang terkecil terdapat pada kelerengan curam yang bernilai 2,88. Dari data yang dihasilkan menunjukkan bahwa tanaman cempedak ini termasuk jenis tanaman yang mampu beradaptasi dengan sangat baik terhadap lingkungannya, sehingga tanaman cempedak ini mampu tumbuh diberbagai dataran baik dataran rendah maupun dataran tinggi serta mampu tumbuh diberbagai jenis tanah. Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh *Bulk Density* dan *Particle Density* Pada Kerusakan Tanaman Cempedak

Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa keterlerengan datar kerusakan tanamannya lebih besar dibandingkan dengan keterlerengan yang lainnya karena tanaman cempedak sangat menyukai jenis daerah dimana tanah tidak sangat sering tergenang air atau air hadir, tetapi meresap dan tidak banjir. Beberapa faktor antara lain tata waktu pelaksanaan setiap tahapan kegiatannya tidak berkesinambungan sehingga diduga menyebabkan kondisi/keadaan bibit yang ditanam sudah dalam keadaan yang rusak

karena melihat kondisi lokasi yang sulit dijangkau dan keadaan tanah yang berbatu sehingga untuk dapat hidup maksimal sangat sulit. Tanaman cempedak tumbuh di dataran rendah maupun tinggi, tetapi tanaman ini lebih suka di dataran tinggi dan jenis tanah yang berpasir karena tanaman cempedak tidak terlalu suka dengan genangan air atau banjir tetapi memiliki tanah yang lembab. Menurut Verheij et al., (1997) cempedak dapat tumbuh dengan baik di ketinggian lebih dari 500 mdpl, daerah beriklim lembab tanpa musim kering.



Gambar 5. Grafik pengaruh porositas pada kerusakan tanaman Cempedak.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian Evaluasi Pertumbuhan dan Kesehatan Tanaman Toleran pada Lahan Rehabilitasi Daerah

Aliran Sungai (Das) Desa Tiwingan Lama Hasil pengujian sifat fisik tanah terbaik pada tanaman cempedak yaitu keterlerengan 0-8% pada ulangan pertama dengan nilai BD 0,97%, PD 1,83% sehingga menghasilkan porositas 47,22%, sedangkan tanaman durian pada keterlerengan 8-15% pada ulangan ke tiga dengan nilai BD 1,03%, PD

2,08% dan nilai porositas 50,47%. Kerusakan tanaman cempedak tertinggi terdapat dikelerengan yang datar hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain tata waktu pelaksanaan setiap tahapan kegiatannya tidak berkesinambungan sehingga diduga menyebabkan kondisi/keadaan bibit yang ditanam sudah dalam keadaan yang rusak.

Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi pada pihak pengelola yang ada dilahan rehabilitasi daerah aliran sungai Desa Tiwingan Lama Kabupaten Banjar untuk penanaman Rehab DAS selanjutnya sehingga tanaman dapat bertumbuh dengan baik dan mampu bertahan hidup pada lahan kritis disana.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander S.A. 1996. *Forest Health Monitoring Field Methods Guide*. Las Vegas: Environmental Monitoring Systems Laboratory.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah Dan Air* Cetakan Ketiga. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Dwidjoseputro, D. 1990. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Pt. Gramediapustaka Utama.
- Gardner, F. P., R. Brent Pearc, & Roger L. M. 1991. *Physiology of Crop Plant (Fisiologi Tanaman Budidaya)*. Jakarta: UI Press.
- Indriyanto. 2008. *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Irwanto. 2006. *Model Kawasan Hutan Kabupaten Gunung Kidul*. Disertasi. Yogyakarta: Pascasarjana Jurusan Ilmu Pertanian UGM.
- Kinho, Julianus, Jafred Halawane & Yermias Kafiari. 2014. Evaluasi Pertumbuhan Eboni (*Diospyros rumphii* Bakh.) Umur 2 Tahun di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XVII* hal 223-229.
- Lamb, D, P Erskine, & J Parrota. 2005. *Restoration of Degraded Tropical Forest Landscape*.
- Mangold, R. 1997. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide*. United States: Department of Agriculture Forest Service.
- Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 9 Tahun 2013 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung Dan Insentif Kegiatan Rehabilitas Hutan Dan Lahan. Jakarta: PT Armas Duta Jaya.
- Pracaya. 2009. *Hama dan Penyakit Tanaman* (Edisi Revisi seri Agriwawasan). Jakarta: Penebar Swadaya.
- Simon, H. 1993. *Metode Inventore Hutan*. Yogyakarta: Aditya Media.
- Sindusuwarno.1981. *Perlindungan Hutan Terhadap Hama*. Ciawi: Balai Informasi Pertanian.
- Sipayung, R. 2003. *Stress Garam Dan Mekanisme Toleransi pada Tanaman*. Skripsi. Medan: Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Sumatra Utara.
- Sumardi & Widyastuti S.M. 2004. *Dasar-dasar Perlindungan Hutan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ Press.
- Verheij EWM. & Coronel RE. (editor). 1997. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara. No. 2. Buah-Buahan Yang Dapat Dimakan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.