

Pengaruh Agroforestri Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) Terhadap Produktivitas Lahan dan Kualitas Lingkungan di Areal Perum Perhutani KPH Bogor

The influence of Jatropha curcas Linn. Based Agroforestry Establishment to Land and Environment Productivity in Perum Perhutani KPH Bogor Plantation Area

Istomo¹, Basuki Wasis¹ dan Eva Prihatiningtyas¹

¹Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Agroforestry is one of society based forest management which have had important role to maintain and recover land productivity since years ago. Ecological consideration was needed for such agroforestry which involve the use of natural resources sustainable, by minimizing erosion and surface flow volume, and also biophysical environment. Jatropha planting was aimed to fulfill market demand of Bio-fuel as alternate energy. This research was aimed to quantify jatropha's growth and land productivity in jatropha based agroforestry system; also to observe how jatropha based agroforestry system affected environmental change (soil physical, chemical and biological properties, and soil erosion). The result showed that the best jatropha's growth response to height was the jatropha planting treatment as fencing in young mahogany plot. Land productivity showed by increasing total above-ground biomass rised the highest level in 2nd repetition of young mahogany plot, jatropha plant above ground biomass increased high in 1st repetition plot of young mahogany. Surface flow showed incisive decrease in young mahogany plot (with the smallest mean value). The jatropha based agroforestry system mixed with young mahogany also showed the lowest erosion level. The highest value of sedimentation was showed in marginal area as control treatment, and the lowest in jatropha based agroforestry system mixed with young mahogany. Content of soil C-organic, total-N and CEC were increase during observation, though jatropha planting was not significantly affected soil physical and chemical properties. The 2nd jatropha plantation mixed with young mahogany plot showed the best response to fungal content. Particularly jatropha based agroforestry mixed with young mahogany showed better impact on soil quality than marginal area.

Keywords: *jatropha, agroforestry, biomass, erosion, soil*

PENDAHULUAN

Pengelolaan hutan bersama masyarakat dalam bentuk agroforestri mempunyai peranan penting dalam perbaikan produktivitas sejak puluhan tahun yang lalu (Djogo, 1993). Pertimbangan ekologi diperlukan bagi pola agroforestri yang memanfaatkan sumberdaya yang tersedia secara berkelanjutan, dengan meminimalkan terjadinya erosi, volume aliran permukaan, kondisi biofisik dan lingkungan. Harapan dalam sistem agroforestri adalah diperolehnya hasil optimal pada semua jenis komoditas yang diusahakan. Selain hasil hutan kayu, dari pengelolaan dengan agroforestri diharapkan menghasilkan produk-produk lain seperti: getah, serat, akar dan umbi, sayur, biji-bijian, minyak olahan, sebagai produk komersial.

Jarak pagar (*J. curcas*) merupakan tanaman penghasil bahan bakar nabati (BBN) yang potensial untuk dikembangkan. Tanaman ini prospektif untuk dimanfaatkan sebagai biodiesel mengingat kemampuannya untuk tumbuh di lahan yang kurang subur, mempunyai sistem perakaran yang mampu menahan air dan tanah, merupakan tanaman yang tahan terhadap kekeringan dan berfungsi sebagai tanaman penahan erosi. Jarak pagar dapat tumbuh pada berbagai ragam

tekstur dan jenis tanah, baik pada tanah berbatu, tanah berpasir maupun tanah berlempung atau tanah liat.

Pola pemanfaatan lahan dengan sistem agroforestri merupakan salah satu pilihan dalam usaha pemenuhan tuntutan fungsi ekologi dan kebutuhan lahan pertanian, terutama pada wilayah padat penduduk seperti di Pulau Jawa. Dukungan pemerintah melalui kegiatan penyuluhan pertanian dan kehutanan untuk pemanfaatan lahan dengan pola agroforestri sangat diperlukan. Demikian pula yang dikembangkan oleh Perhutani dengan program PHBM yang menerapkan pola agroforestri. Penanaman Jarak pagar juga dilakukan untuk menjawab kebutuhan pasar akan BBN sebagai alternatif energi. Namun masih belum diketahui secara pasti bagaimana efek penanaman ini bagi peningkatan produktivitas lahan dan lingkungan, mengingat penanaman dilakukan pada lahan terlantar/marginal. Informasi mengenai kondisi tutupan lahan/vegetasi di bawah tegakan hutan tanaman yang menggunakan pola agroforestri dapat digunakan untuk merumuskan fungsi lingkungan tegakan hutan dan campurannya (atau pola penanamannya) yang berupa produktivitas (biomassa). Perlu pula diketahui pola pengelolaan lahan, sebagai aspek penting dalam pengelolaan hutan lestari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan jarak pagar dan produktivitas tanaman

dalam sistem agroforestri jarak pagar, serta mengkaji dampak pembangunan agroforestri jarak pagar terhadap perubahan kondisi lingkungan (sifat-sifat fisik, kimia dan biologi, serta erosi dan sedimentasi tanah).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2009 di Areal Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten, BKPH Bogor, Kelompok Hutan Hambalang Barat, Kecamatan Babakan Madang, Desa Karang Tengah, Kampung Sukamantri.

Pengumpulan Data

Pengukuran pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pengukuran pertumbuhan dan produktivitas tanaman dilakukan pada tanaman budidaya (jarak pagar, mahoni, jagung dan kacang tanah) dan tanaman liar (rumput, ilalang, semak belukar). Proporsi penutupan lahan dapat diketahui dengan membuat petak berukuran 20m x 20m, untuk risalah pohon (diameter \geq 10cm). Data yang dikumpulkan pada risalah pohon adalah jenis, diameter (dalam cm) dan tinggi pohon (dalam m). Pada petak tersebut dibuat pula petak berukuran 2m x 2m sebanyak 4 petak, untuk risalah tanaman herba dan penutup tanah dilakukan dengan metode panen seluruhnya dalam petak 2m x 2m. Sedangkan untuk tanaman budidaya (jarak pagar, jagung dan kacang tanah) dihitung banyaknya individu tanaman, diameter dan tinggi dalam petak 2m x 2m. Kemudian ditimbang berat basah dan berat keringnya. Berat kering diketahui setelah melakukan pengeringan oven hingga beratnya stabil.

Pembuatan petak dilakukan pada semua plot perlakuan (penanaman jarak pagar dengan tingkat naungan yang berbeda dan kontrol). Data penutupan lahan pada masing-masing plot diperoleh dengan menggambarkan proyeksi tajuk vegetasi dan tanaman penutup tanah pada kertas grafik.

Biomassa atas permukaan diukur dengan metode non-destruktif untuk pohon-pohon mahoni dan jarak pagar menggunakan persamaan alometrik yang telah ada untuk mahoni. Sedangkan untuk semak belukar, tanaman bawah/penutup tanah menggunakan metode sampel (panen).

Pengukuran erosi dan sedimentasi, pengukuran iklim mikro. Besarnya erosi yang terjadi pada setiap plot perlakuan diukur dengan membuat plot kecil erosi yang berukuran 22 m x 4 m memanjang tegak lurus dengan garis kontur. Pengukuran erosi dilakukan dengan mengukur volume limpasan dan pengambilan sampel air pada masing-masing drum. Sebelum pengambilan sampel air, dilakukan pencatatan tinggi muka air pada masing-masing drum, kemudian air dalam drum diaduk-aduk sampai rata (homogen). Sampel air diambil sebanyak 1 liter dari drum 1, kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik, jika air dalam drum tidak sampai 1 liter, maka diambil semuanya sebagai sampel. Setelah pengukuran tinggi air dalam drum dan pengambilan sampel air dilakukan, kemudian drum dibersihkan untuk pengukuran

selanjutnya. Pelaksanaan pengukuran dilakukan pada pukul 08.00 WIB, bila sebelumnya terjadi hujan. Demikian pula pengamatan besarnya curah hujan, dilakukan dengan mengukur sejumlah air hujan yang tertampung dalam ombrometer.

Sedimentasi diukur dengan menyaring sampel air yang telah diambil dengan kertas saring yang telah diketahui bobotnya. Kertas saring dan endapannya kemudian dimasukkan dalam oven kemudian diukur lagi bobotnya untuk menentukan besarnya bobot kering sedimen.

Pengukuran suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dilakukan bersamaan dengan pengukuran volume air limpasan dalam drum pada masing-masing plot erosi. Suhu yang diukur adalah suhu lingkungan, demikian pula dengan pengukuran kelembaban. Intensitas cahaya diketahui dengan menggunakan alat lux meter.

Sifat-sifat tanah. Pengambilan sampel tanah untuk pengamatan sifat-sifat fisik dan kimia tanah dilakukan pada lapisan *top soil* (0-20 cm). Sampel tanah untuk analisis sifat fisik adalah sampel tanah utuh (dalam ring), sampel tanah untuk analisis sifat kimia dan biologi adalah sampel tanah biasa (komposit).

Pengolahan dan Analisis Data. Analisis untuk kondisi biofisik meliputi: sifat fisik dan kimia tanah, aliran permukaan, sedimentasi dan erosi tanah. Unit analisis tergantung peubah yang diamati, untuk persen tumbuh adalah luas contoh, sedangkan untuk biomassa dihitung rata-rata per pohon. Sementara untuk analisis penutupan tajuk dan erosi setiap unit contoh (luas).

1. Pengukuran pertumbuhan dan produktivitas tanaman

Hasil pengukuran pertumbuhan dan produktivitas tanaman dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga ulangan. Luas petak contoh adalah seluas 625 m² (0,0625 ha) atau ukuran 25 m x 25 m. Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada pertambahan basal area, volume dan diameter untuk pohon; diameter dan tinggi batang pada jarak pagar dan semai mahoni. Analisis ragam ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap biomassa jarak pagar, tanaman bawah dan biomassa total pada tiap petak.

Pada tingkat pohon, hasil pengukuran diameter dan tinggi pohon digunakan untuk menghitung luas basal area dan volume pohon dengan rumus:

$$\text{Basal area} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$\text{Volume} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$$

Ket: d = diameter; t = tinggi

Hasil penimbangan berat basah dan berat kering untuk semak digunakan untuk menghitung biomassa pada tiap petak perlakuan penelitian. Rumus yang digunakan adalah:

$$\% \text{ KA} = \frac{\text{BBc} - \text{BKc}}{\text{BKc}} \times 100\%$$

Ket: % KA=persen kadar air; BBc=berat basah contoh; BKc=berat kering contoh.

Berat kering pada tumbuhan penutup tanah akan diketahui setelah dilakukan pengovenan. Selain itu, menurut Haygreen dan Bowyer (1982 *dalam* Monde, 2008), apabila berat basah diketahui dan potensi air telah diperoleh dari contoh uji, maka berat kering dari masing-masing sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BKT = \frac{BB}{1 + \frac{\%KA}{100}}$$

Ket: BKT = berat kering tanur; BB = berat basah; % KA = persen kadar air.

Untuk menghitung biomassa tumbuhan bawah dapat digunakan persamaan:

$$BM = BKT \times 10/A$$

Ket: BM = biomassa tumbuhan bawah; A = luas plot (m²).

Hasil pengukuran biomassa tumbuhan penutup tanah dianalisis menggunakan RAL dengan rancangan sebagai berikut:

Penghitungan biomassa untuk tanaman budidaya (jarak pagar, jagung dan kacang tanah) dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

Biomassa jenis = Berat kering x Σ individu tanaman.

Biomassa pohon mahoni dan pohon jenis lain, menggunakan persamaan alometrik yang sudah ada sebagai berikut:

Tabel 1. Persamaan alometrik untuk pohon mahoni dan pohon jenis lain

Jenis Pohon	Persamaan Alometrik	Sumber Pustaka
Mahoni	$W_{total} = 0,048 \cdot D^{2,68}$	Adinugraha (2002)
Pohon jenis lain	$W = 0,118 \cdot D^{2,53}$	Brown (1997 <i>dalam</i> Monde A, 2008)

Ket: W = total biomassa pohon (ton/ha); D = diameter batang setinggi dada (130 cm).

2. Pengukuran aliran permukaan dan erosi, pengukuran iklim mikro

Volume aliran permukaan dalam satu kali pengukuran dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_t = V_1 + 5V_2$$

Ket: V_t = total volume aliran permukaan dalam satu kali pengukuran (liter); V_1 = volume aliran permukaan pada drum 1 (liter); V_2 = volume aliran permukaan pada drum 2 (liter); 5 = banyaknya lubang pembuang pada drum 1.

Selanjutnya, aliran permukaan per satuan luas (ha) dihitung sebagai berikut:

$$RO = 10000 \text{ m}^2/\text{luas plot m}^2 \times V_t$$

Ket: RO = aliran permukaan (liter/ha).

Nilai koefisien aliran permukaan dihitung dengan persamaan (Asdak, 2007):

$$Kr = Rt / CH$$

Ket: Kr = koefisien aliran permukaan; Rt = total volume aliran permukaan (mm); CH = jumlah curah hujan (mm).

Perbedaan besarnya aliran permukaan pada tiga plot penelitian diketahui menggunakan program SAS. Besarnya erosi dalam plot ditentukan dengan mengalikan berat kering sedimen sampel dengan total volume aliran permukaan dalam satu kali pengukuran (V_t). Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui perbedaan erosi (pada 3 lokasi dengan 3 batasan waktu yang berbeda). Rancangan percobaan yang dipakai adalah Rancangan Acak Lengkap dengan faktor I adalah waktu dan faktor II adalah tempat (kontrol, jarak pagar dengan mahoni muda, dan jarak pagar di bawah mahoni tua) dengan 3 kali ulangan. Hubungan curah hujan

dengan aliran permukaan dan curah hujan dengan erosi dapat diketahui menggunakan analisis korelasi dengan aplikasi SPSS.

3. Sifat-sifat tanah

Sampel tanah dianalisis di laboratorium untuk penetapan: tekstur tanah dengan metode pipet; bobot isi dengan metode ring sampel; permeabilitas tanah dengan metode Do Boolt (1967); pH H₂O dengan metode gelas elektrode; C-organik dengan metode Walkey & Black; N total dengan metode Kjeldahl; kation tertukar (Ca, Mg, K, Na, Al dan H) dengan metode ekstrak NH₄Oac; total mikroorganisme dan total fungi dengan metode *plate count*.

Analisis ragam dilakukan dengan aplikasi SAS untuk mengetahui pengaruh lokasi pada bobot isi, permeabilitas tanah, total mikroorganisme dan fungi (pada 7 lokasi yang berbeda). Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Apabila hasil menunjukkan pengaruh yang nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan Tanaman dan Produktivitas Lahan. Indikator pertumbuhan yang diamati dalam penelitian ini adalah penambahan diameter batang dan tinggi tanaman jarak pagar dengan 2 faktor perlakuan yaitu umur tanaman pokok (mahoni muda dan tua) serta macam tanaman jarak pagar (sebagai tanaman pagar, sela dan pengisi). Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa umur tanaman pokok dan macam tanaman jarak pagar tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan diameter batang, namun berpengaruh nyata terhadap penambahan tinggi tanaman (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap rata-rata pertambahan diameter batang dan tinggi tanaman

Perlakuan	Pertambahan diameter batang (cm/bulan)	Pertambahan tinggi tanaman (cm/bulan)
U ₁ M ₁	0.13215a	7.781a
U ₁ M ₂	0.13027a	5.444ab
U ₁ M ₃	0.13299a	5.148ab
U ₂ M ₁	0.11390a	1.669b
U ₂ M ₂	0.09712a	1.304b
U ₂ M ₃	0.09341a	0.996b

Ket: U₁=umur tanaman pokok muda; U₂=umur tanaman pokok tua; M₁=jarak pagar sebagai tanaman pagar; M₂=jarak pagar sebagai tanaman pengisi; M₃=jarak pagar sebagai tanaman sela; Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0,05$

Pertambahan diameter batang tertinggi ditunjukkan oleh tanaman jarak pagar pada blok mahoni muda (U₁) sebagai tanaman pengisi (M₃) rata-rata sebesar 0,1329 cm/bulan, nilai terendah ditunjukkan oleh tanaman jarak pagar pada blok tua (U₂) sebagai tanaman pengisi (M₃) dengan nilai rata-rata sebesar 0,093 cm/bulan. Rata-rata pertambahan diameter batang pada blok mahoni muda mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding pertambahan diameter batang pada blok mahoni tua.

Respon terbaik terhadap pertambahan tinggi tanaman adalah pada perlakuan penanaman jarak pagar sebagai tanaman pagar pada blok mahoni muda (U₁M₁) karena memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu sebesar 7,781 cm/bulan. Sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh tanaman jarak pagar sebagai tanaman pengisi pada blok mahoni tua (U₂M₃) sebesar 0,996 cm/bulan. Pertumbuhan tanaman tumpangsari menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Hal ini disebabkan oleh serangan hama dan penyakit pada tanaman jagung dan kegagalan terbentuknya bintil pada kacang tanah. Kegagalan terbentuknya bintil pada kacang tanah kemungkinan besar disebabkan oleh tekstur tanah yang liat, yang cepat mengeras dalam keadaan kering.

Produktivitas juga merupakan hasil persatuan lahan, dapat menurut hasil total biomassa atau hasil komponen-komponen tertentu (Reijntjes *et al.*, 1999). Pertambahan biomassa atas permukaan merupakan salah satu indikator produktivitas lahan. Pertambahan biomassa pohon-pohon menunjukkan nilai 0 (nol), hal ini disebabkan oleh riap pertumbuhan yang kecil, terbatasnya waktu penelitian dan metode pendugaan biomassa yang mempertimbangkan diameternya saja. Demikian pula dengan pertambahan biomassa mahoni, nilainya hampir mendekati nol (0) yang berasal dari pertambahan biomassa semai mahoni.

Produktivitas jarak pagar yang ditunjukkan oleh pertambahan biomassa mempunyai nilai tertinggi pada plot U₁M₁ sebesar 0,68 ton/ha, dan nilai terendah pada plot U₂M₃ sebesar 0,22 ton/ha. Hal ini mungkin disebabkan oleh perawatan intensif yang dilakukan pada plot-plot penanaman jarak pagar dengan mahoni muda dibanding perawatan yang dilakukan pada plot-plot penanaman jarak pagar dengan mahoni tua. Besarnya biomassa untuk jarak pagar ternyata lebih tinggi pada plot penanaman bersama mahoni muda. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata biomassa jarak pagar pada tegakan muda sebesar 0,636 ton/ha dibandingkan

nilai rata-rata biomassa jarak pagar pada tegakan tua sebesar 0,015 ton/ha.

Produktivitas tanaman pertanian (dalam hal ini adalah kacang tanah dan jagung) yang hanya ditanam pada plot U₁M₁ dan U₁M₂ menunjukkan nilai pertambahan biomassa tertinggi pada plot U₁M₂ sebesar 9,33 ton/ha untuk jagung dan sebesar 36,71 ton/ha untuk kacang tanah. Sedangkan pada U₁M₁ menunjukkan nilai sebesar 0,003 ton/ha untuk jagung dan 17,1 ton/ha untuk kacang tanah. Perbedaan mencolok ini disebabkan oleh tidak serentak waktu penanaman jagung dan kacang tanah pada U₁M₁ dan U₁M₂. Tanaman jagung dan kacang tanah pada plot U₁M₂ telah ditanam terlebih dahulu daripada plot U₁M₁, sehingga pertambahan biomassanya juga lebih besar. Pertambahan biomassa semak belukar tertinggi ditunjukkan oleh plot U₁M₁ yaitu sebesar 0,16 ton/ha.

Pertambahan biomassa total tertinggi ditunjukkan oleh plot U₁M₂ yaitu sebesar 46,48 ton/ha, diikuti oleh plot U₁M₁ sebesar 33,25 ton/ha, kemudian plot U₁M₃ sebesar 0,75 ton/ha, plot U₂M₁ sebesar 0,48 ton/ha, lalu plot U₂M₂ sebesar 0,32 ton/ha dan plot U₂M₃ sebesar 0,27 ton/ha. Nilai terendah adalah pada plot kontrol yaitu sebesar 0,068 ton/ha yang berasal dari pertambahan biomassa semak belukar.

Pengaruh Pemanfaatan Lahan terhadap Kualitas Lingkungan

Besarnya sedimen, aliran permukaan dan erosi. Rata-rata besarnya sedimen tertinggi terdapat pada plot kontrol yaitu sebesar 5,90 gram/liter, dan nilai terendah pada plot penanaman jarak pagar bersama mahoni muda sebesar 2,58 gram/liter kemudian pada plot penanaman jarak pagar bersama mahoni tua sebesar 3,16 gram/liter. Rata-rata laju aliran permukaan tertinggi tercatat oleh plot penanaman jarak pagar bersama mahoni tua sebesar 7,38 liter/ha, kemudian plot kontrol (5,89 ton/ha) dan yang terendah pada plot mahoni muda (5,83 ton/ha). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap besarnya sedimentasi dan aliran permukaan. Rata-rata tingkat erosi terendah ditunjukkan oleh plot penanaman jarak pagar bersama mahoni muda yaitu sebesar 0,06 ton/ha, diikuti oleh plot mahoni tua (0,28 ton/ha) kemudian plot kontrol sebesar 0,37 ton/ha. Perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan erosi, respon terbaik adalah pada plot agroforestri jarak pagar dengan mahoni muda yang menunjukkan nilai erosi terendah (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai rata-rata volume air tertampung, besarnya sedimen, erosi dan aliran permukaan tiap plot pengamatan

Penggunaan lahan	Sedimen (gram/liter)	AP (liter/ha)	Erosi (ton/ha)
Lahan terlantar/kontrol	5,898	5,895	0,374a
Agroforestri jarak pagar dan mahoni muda	2,578	5,834	0,063b
Agroforestri jarak pagar dan mahoni tua	3,157	7,379	0,282a

Ket : AP = aliran permukaan; Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan $\alpha=0,05$

Sifat Fisik Tanah. Penggunaan lahan dengan agroforestri jarak pagar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan bobot isi dan peningkatan porositas tanah. Walaupun demikian, bobot isi pada lokasi penelitian yang kecil dan permeabilitas yang sedang memungkinkan lebih banyak air yang terserap ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi erosi. Nilai rata-rata bobot isi terbesar dan nilai rata-rata porositas terkecil adalah pada plot kontrol yaitu 1,163 gram/cm³ dan 56,183%. Penggunaan lahan dengan agroforestri jarak pagar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap permeabilitas tanah. Nilai permeabilitas terendah pada plot kontrol yaitu sebesar 1,513 cm/jam, nilai ini termasuk agak lambat (0,51-2,00 cm/jam). Permeabilitas tertinggi pada plot U₂M₂ yaitu sebesar 6,423 cm/jam yang termasuk kriteria agak cepat (6,26-12,50 cm/jam). Sedangkan pada plot-plot pengamatan yang lain mempunyai permeabilitas sedang (2,01-6,25 cm/jam).

Sifat Kimia Tanah. Kondisi pH yang termasuk masam hingga agak masam, pada akhir penelitian cenderung menurun, rata-rata penurunan sebesar 0,13. Kandungan C-organik mengalami peningkatan selama penelitian. Peningkatan tertinggi ditunjukkan oleh plot penanaman jarak pagar bersama mahoni muda petak ulangan ketiga (U₁M₃) sebesar 1,82%. Demikian pula dengan N-total yang rata-rata mengalami peningkatan

sebesar 0,056%. Usaha pemupukan yang dilakukan dalam pengembangan agroforestri jarak pagar pada lahan terlantar juga dapat membantu meningkatkan suplai N dalam tanah.

Kandungan C-organik tanah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar plot-plot perlakuan. Kandungan C-organik mengalami peningkatan pada semua plot pengamatan dengan nilai rata-rata peningkatan tertinggi pada plot U₁M₃ yaitu sebesar 1,65%, dan terendah pada plot kontrol yaitu sebesar 0,53%. Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah, kandungan C-organik pada akhir penelitian termasuk rendah (1,0 – 2,0%) kecuali pada plot U₁M₃ yang termasuk sedang (2,0 – 3,0%).

Kandungan N total di masing-masing plot pengamatan tidak berbeda nyata. Kandungan N total di semua plot pengamatan pada awal penelitian termasuk sangat rendah karena < 0,1%. Kandungan N total mengalami peningkatan pada semua plot pengamatan dengan rata-rata peningkatan tertinggi pada plot U₂M₂ yaitu sebesar 0,08%, dan terendah pada plot U₂M₃ yaitu sebesar 0,03%. Apabila dilihat kriteria sifat kimia tanah, kandungan N pada akhir penelitian termasuk rendah (0,1 – 0,2 %). Sumbangan bahan organik dari serasah baik dari tanaman jarak pagar maupun pohon pelindung pada sistem pertanian agroforestri memiliki peran penting dalam pemeliharaan hara tanah.

Tabel 4. Pengaruh penggunaan lahan terhadap kadar K, Na, Al, Ca dan Mg (mol/100g) tanah

Penggunaan lahan	K	Na	Al	Ca	Mg
Lahan terlantar (kontrol)	0,49	0,643	1,843 ^a	5,947 ^b	1,78bc
U ₁ M ₁	0,49	0,613	0,867 ^b	10,167a	3,14 ^a
U ₁ M ₂	0,49	0,620	1,563a ^b	6,927 ^b	2,22 ^{abc}
U ₁ M ₃	0,51	0,686	1,757 ^a	7,047 ^b	2,38 ^{abc}
U ₂ M ₁	0,38	0,547	1,767 ^a	7,677 ^b	2,7 ^{ab}
U ₂ M ₂	0,51	0,687	2,123 ^a	5,34 ^b	1,46 ^c
U ₂ M ₃	0,45	0,613	2,347 ^a	5,787 ^b	1,44 ^c

Ket : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan α 0,05

Penggunaan lahan dengan agroforestri jarak pagar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan K dan Na. Pengaruh nyata penggunaan lahan dengan agroforestri jarak pagar ditunjukkan oleh kadar Al, Ca dan Mg tanah (tabel 4). Taraf kadar Ca di lokasi penelitian termasuk sedang. Kadar Mg bervariasi dari sedang hingga tinggi. Kadar K tanah termasuk dalam kriteria sedang sampai tinggi. Kadar Na tanah termasuk kriteria sedang. Kejenuhan basa di lokasi pengamatan bervariasi dari rendah, sedang, tinggi hingga sangat tinggi.

Sifat Biologi Tanah. Penggunaan lahan dengan agroforestri jarak pagar tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan mikroorganisme tanah. Pengaruh nyata penggunaan lahan ini ditunjukkan oleh banyaknya fungi. Nilai rata-rata banyaknya fungi terbesar terdapat pada U₁M₂ yaitu sebesar 5,5 SPK/g 10³ (tabel 5). Bahan organik tanah berupa serasah, bahan hijau, kompos dan pupuk kandang berperan sangat penting dalam meningkatkan dan mempertahankan produktivitas tanah. Bahan organik tanah mampu meningkatkan kemampuan menahan air, memperbaiki sifat-sifat fisik tanah dan erosi, meningkatkan KTK tanah, mensuplai

hara dan meningkatkan efisiensi pupuk, meningkatkan aktivitas biologi tanah serta mengurangi pengaruh toksisitas aluminium. Peran bahan organik tanah ini bisa mensubstitusi sebagian kebutuhan kapur dan meningkatkan aktivitas biologi tanah.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap banyaknya mikroorganisme dan fungi

Penggunaan lahan	Σ mikroorganisme (SPK/g10 ⁶)	Σ fungi (SPK/g10 ³)
Lahan terlantar (kontrol)	21,33	1,00ab
U1M1	85,5	0,00 ^b
U1M2	62,17	5,50 ^a
U1M3	43,5	2,00 ^{ab}
U2M1	50,17	1,00 ^{ab}
U2M2	25,5	2,33 ^{ab}
U2M3	46,67	0,667 ^{ab}

Ket: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan $\alpha=0,05$

Iklim mikro. Parameter lingkungan diketahui dengan melakukan pengukuran iklim mikro di lokasi penelitian. Rata-rata hasil pengukuran intensitas cahaya terendah ditunjukkan oleh plot penanaman jarak pagar di bawah mahoni tua yaitu sebesar 496,67 lux. Hal ini menunjukkan bahwa tajuk mahoni tua dapat mengurangi intensitas cahaya yang sampai ke permukaan tanah. Pengukuran suhu dan kelembaban menunjukkan angka yang relatif stabil dan tidak ada perbedaan yang mencolok antar plot-plot perlakuan. Korelasi sedimen dengan curah hujan menunjukkan nilai $p\ 0,086 > \alpha\ (0,05)$, yang berarti tidak ada korelasi antara curah hujan dengan besarnya sedimen. Korelasi aliran permukaan dengan curah hujan menunjukkan nilai $p\ 0,000 < \alpha\ (0,05)$, yang berarti terdapat korelasi antara curah hujan dan aliran permukaan. Korelasi erosi dengan curah hujan menunjukkan nilai $p\ 0,000 < \alpha\ (0,05)$, yang berarti terdapat korelasi antara curah hujan dan erosi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Pertumbuhan jarak pagar menunjukkan respon terbaik untuk penambahan tinggi tanaman pada perlakuan penanaman jarak pagar sebagai tanaman pagar pada blok muda
2. Produktivitas lahan yang ditunjukkan oleh penambahan biomassa total mempunyai nilai tertinggi pada plot muda petak ulangan kedua, penambahan biomassa jarak pagar mempunyai nilai tertinggi pada plot mahoni muda petak ulangan pertama

3. Penanaman jarak pagar dengan mahoni muda mempunyai tingkat aliran permukaan, sedimen dan erosi terendah
4. Terdapat peningkatan kandungan C-organik, N total dan KTK, meskipun sifat-sifat fisik dan sifat-sifat kimia tidak nyata dipengaruhi oleh fungsi lahan,
5. Plot penanaman jarak pagar dengan mahoni muda menunjukkan respon terbaik terhadap banyaknya fungi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha WC. 2002. Model Biomassa Pohon Mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Kesatuan Pemangkuan Hutan Cianjur PT PERHUTANI Unit III Jawa Barat. Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor [skripsi]
- Arsyad S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor
- Asdak C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2006. Data Potensi Hutan Rakyat di Indonesia. Direktorat Jenderal RLPS, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Djogo, A.P.Y. 1993. Diagnosa Kebutuhan Pengembangan Agroforestri. Prosiding Lokakarya Nasional Agroforestri, 24-26 Agustus 1993. Bogor.
- Hambali E, et al. 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mattjik AA, dan Sumertajaya IM. 2006. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press. Bogor.
- Monde A. 2008. Dinamika Kualitas Tanah, Erosi dan Pendapatan Petani Akibat Alihguna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian dan Kakao/Agroforestri Kakao di DAS Nopu, Sulawesi Tengah. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor [disertasi]
- Reijntjes CB, Haverkort and Bayer W. 1999. Pertanian Masa Depan: Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Wood SR and Dent FJ. 1983. A Land Evaluation Computer System Methodology. Center for Soil Research. Bogor.