

AGROSILVOPASTURA SEBAGAI SISTEM PERTANIAN TERENCANA MENUJU PERTANIAN BERKELANJUTAN

(*AGROSILVOPASTURAI AS PLANNED FARMING SYSTEMS TOWARDS
SUSTAINABLE AGRICULTURE*)

Amar Ma'ruf

Universitas Asahan

ABSTRAK

Agroforestri juga sebagai model pertanian berkelanjutan. Sistem agroforestri terbentuk atas tiga komponen pokok yaitu perhutanan, pertanian, peternakan. Sistem agrosilvopastura adalah pengombinasian komponen berkayu (kehutanan) dengan pertanian (semusim) dan sekaligus peternakan/binatang pada unit manajemen lahan yang sama. Urutan prioritas alternatif pilihan terpenting untuk pertanian berkelanjutan antara lain penguatan kelembagaan petani, mengembangkan pengkaderan petani/kelompok tani sadar pertanian berkelanjutan, dan peningkatan kegiatan demplot teknologi pertanian berkelanjutan. Analisis finansial menunjukkan bahwa secara ekonomi semua sistem agroforestri, dan agrosilvopastura yang paling banyak memberikan input dibanding agrosilnikultur dan silvopastura. Erosi yang terjadi pada lahan agroforestri, terutama agrosilvokultura di kawasan penyangga Kabupaten Langkat tidak membahayakan karena lebih kecil dari erosi yang diperbolehkan (<31,6 ton/ha/thn). Total biomassa dan karbon tegakan pada sistem agroforestri dengan tipe agrosilvopastura masing-masing sebesar 104.17 dan 46.74 ton per hektar hampir sama dengan total biomassa dan karbon total tegakan pada hutan mangrove *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan 463 pohon per hektar yang masing-masing sebesar 169.46 (biomassa) dan 47.08 (karbon) ton per hektar. Sistem agrosilvopastura dapat berperan dalam memitigasi banjir dibandingkan pada sistem pertanian monokultur untuk setiap hektar lahan pada setiap 1 jam kejadian hujan.

Key word: agrosilvopastura, agroforestri, berkelanjutan

PENDAHULUAN

Bank Dunia menerjemahkan paradigma pembangunan berkelanjutan dalam bentuk kerangka segitiga pembangunan berkelanjutan (*Environmentally Sustainable Development Triangle*). Pembangunan berkelanjutan bertumpu pada keberlanjutan ekonomi, ekologi, dan sosial. Berkelanjutan secara ekonomis adalah suatu kegiatan pembangunan harus mampu menghasilkan pertumbuhan ekonomi, pemeliharaan modal, penggunaan sumberdaya, serta investasi secara efisien. Berkelanjutan secara ekologis berarti bahwa kegiatan tersebut mampu mempertahankan integritas ekosistem, memelihara daya dukung lingkungan, dan konservasi sumberdaya alam termasuk keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Keberlanjutan secara sosial berarti bahwa pembangunan tersebut dapat menciptakan pemerataan hasil-hasil pembangunan, mobilitas sosial, kohesi sosial, partisipasi masyarakat, pemberdayaan masyarakat, identitas sosial, dan pengembangan kelembagaan (Serageldin, 1996 dalam Dahuri 1998).

Pertanian berkelanjutan mempunyai beberapa prinsip yaitu: (a) menggunakan sistem *input* luar yang efektif, produktif, murah, dan membuang metode produksi yang menggunakan sistem *input* dari industri, (b) memahami dan menghargai kearifan lokal serta lebih banyak melibatkan peran petani dalam pengelolaan sumberdaya alam dan pertanian, (c) melaksanakan konservasi sumberdaya alam yang digunakan dalam sistem produksi (Shepherd, 1998 dalam

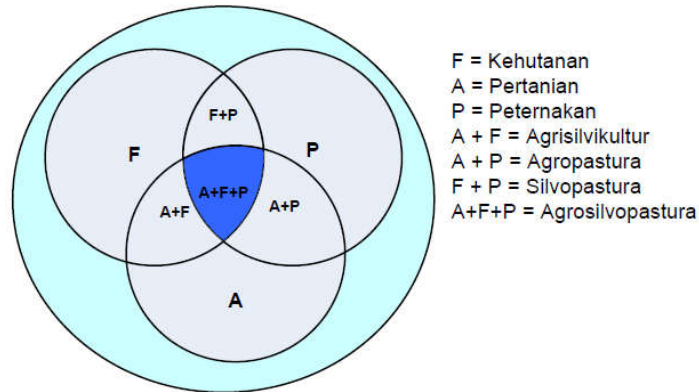
Budiasa, 2011). Persoalan yang sering dihadapi dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan adalah adanya tarik-menarik antar berbagai kepentingan pembangunan. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertanian berkelanjutan antara lain faktor sosial, ekonomi, dan kelembagaan (Purwanto dan Cahyono, 2012); faktor pilihan teknis konservasi yang tepat, sesuai dengan latar belakang sosial, ekonomi, budaya masyarakat (Sabiham dalam Arsyad, S. dan E. Rustiadi, 2008); faktor individu, ekonomi, dan kelembagaan (Illkpiya dan Gopalakrishnan, 2003); faktor kelembagaan, kebijakan pemerintah, dan perubahan teknologi (Ananda dan Herath, 2003). Upaya untuk menyelaraskan berbagai aspek kepentingan dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan merupakan tantangan dalam mewujudkan pembangunan pertanian berkelanjutan.

Menurut Salikin (2003), bahwa sistem pertanian berkelanjutan dapat dilaksanakan menggunakan berbagaimodel antara lain sistem pertanian organik, *integrated farming*, pengendalian hama terpadu, dan LEISA (*LowExternal Input Sustainable Agriculture*). Sistem pertanian organik merupakan sistem produksi pertanian yang menjadikan bahan organik sebagai faktor utama dalam proses produksi usahatani. LEISA (*low-external-input and sustainable agriculture*) adalah pertanian yang mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya alam dan manusia setempat/lokal, layak secara ekonomis, mantap secara ekologis, sesuai dengan budaya, adil secara sosial, dan input luar hanya sebagai pelengkap (Reijntjes *et al.* 1999). *Integrated pest management* atau pengelolaan hama terpadu merupakan suatu teknologi pengendalian hama yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas pengendalian secara biologi dan budaya. Pengendalian secara kimia dilakukan dengan meminimalkan gangguan terhadap lingkungan (Luna dan House, 1990 dalam Budiasa, 2011). Sementara itu, agroforestri juga sebagai model pertanian berkelanjutan. Sistem agroforestri terbentuk atas tiga komponen pokok yaitu perhutanan, pertanian, peternakan. Kombinasi komponen–komponen tersebut menghasilkan bentuk agrisilvikultur (perhutanan + pertanian), silvopastura (perhutanan + peternakan), dan agrosilvopastura (perhutanan+ pertanian + peternakan) (Budiasa, 2011). Gambaran yang menunjukkan ruang lingkup sistem pemanfaatan lahan secara agroforestridapat dilihat pada gambar 1. Sistem usahatani konservasi merupakan integrasi dari kegiatan usahatani dan kegiatan konservasi yang dilakukan pada lahan berlereng (Idjudin, 2011). Pengendalian erosi tanah, konservasi air, peningkatan produktivitas tanah, dan stabilitas lereng perbukitan merupakan prinsip–prinsip usahatani konservasi (Idjudin *et al.* 2003). Sistem penanaman ganda (*multiple cropping system*) bertujuan untuk memperkecil risiko usahatani sekaligus berfungsi dalam pengelolaan hama terpadu, dan pemeliharaan kesuburan ranah (Budiasa, 2011). Sedangkan fungsi penghasil jasa yang tidak tampak nyata dari sistem agroforestri antara lain adalah menyeimbangkan kualitas lingkungan seperti memitigasi banjir, pengendali erosi tanah, pemelihara pasokan air tanah, penambat karbon, penyejuk dan penyegar udara, dan pemelihara keanekaragaman hayati), serta menciptakan panorama (keindahan) dan daya tarik pedesaan (Nair, 1989c; Chundawat and Gautam, 1993; Lal, 1995).

Agrosilvopastura (Agrosilvopastural systems)

Sistem agrosilvopastura adalah pengombinasian komponen berkayu (kehutanan) dengan pertanian (semusim) dan sekaligus peternakan/binatang pada unit manajemen lahan yang sama. Tegakan hutan alam bukan merupakan sistem agrosilvopastura, walaupun ketiga komponen pendukungnya juga bisa dijumpai dalam ekosistem yang dimaksud. Pengombinasian dalam agrosilvopastura dilakukan secara terencana untuk mengoptimalkan fungsi produksi dan jasa (khususnya komponen berkayu/kehutanan) kepada manusia/masyarakat (*to serve people*). Tidak tertutup kemungkinan bahwa kombinasi juga didukung oleh permudaan alam dan satwa liar. Interaksi komponen agroforestri secara alami mudah diidentifikasi. Interaksi paling sederhana sebagai contoh adalah peran tegakan sebagai penyedia pakan satwa liar (misal buah-buahan untuk berbagai jenis burung), dan sebaliknya misalnya fungsi satwa liar dapat

membantu proses penyerbukan atauregenerasi tegakan, serta sumber protein hewani bagi petani(Anonim).

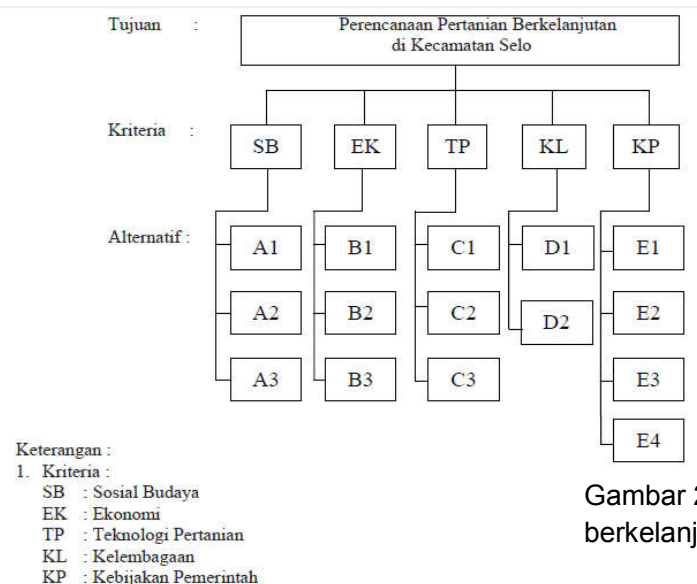


Gambar 1. Ruang Lingkup Sistem Pemanfaatan Lahan Secara Agroforestri
 Sumber: Anonim

PEMBAHASAN

Kriteria dan Alternatif Untuk Penelusuran Aspek Sosial Pertanian Berkelanjutan

Untuk parameter mengenai aspek sosial, terdapat data penelusuran pertanian berkelanjutan yang dilakukan di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Berdasarkan hasil penelusuran pustaka dapat diketahui bahwa beberapa kriteria yang mempengaruhi keberhasilan pertanian berkelanjutan antara lain: sosial budaya, ekonomi, teknologi pertanian, kelembagaan, dan kebijakan pemerintah. Penyusunan perencanaan pertanian berkelanjutan di Kecamatan Selo dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Penyusunan perencanaan pertanian berkelanjutan di Kecamatan Selo

Sumber: Sasongko et al. 2013

Selanjutnya berdasarkan pendapat gabungan responden kriteria kelembagaan, diketahui bahwa alternatif penguatan kelembagaan petani merupakan prioritas terpenting dalam perencanaan pertanian berkelanjutan di Kecamatan Selo. Pemberdayaan kelompok tani merupakan kunci dari penguatan kelembagaan petani. Pemberdayaan mengandung maksud bahwa kelompok tani memosisikan dirinya sebagai subjek pembangunan pertanian. Kelompok tani mampu untuk mengidentifikasi dirinya sendiri, menyadari permasalahan yang mereka hadapi, mau menolong dirinya sendiri untuk penyelesaian masalahnya, mengetahui apa yang

sebenarnya menjadi kebutuhankelompok, dan akhirnya meningkatkan peran kelompok tani secara mandiri. Kecenderungan sebagian kelompok tani yang ada belum optimal fungsi dan pengelolaannya. Hal tersebut karena sebagian kelompok tani lebihmemosisikan diri sebagai objek dari program/kegiatan pembangunan pertanian, yaitu wadah penerima bantuanbaik dari pemerintah maupun penyandang dana lainnya. Kelembagaan petani lebih cenderung bersifatketergantungan dimana aktif atau tidaknya peran dan fungsi kelembagaan bergantung kepada ada tidaknya bantuanyang diberikan.

Tabel 1. Hasil sintesis pembobotan seluruh alternatif menunjukkan urutan prioritas

Kode	Nilai (%)	Uraian
D1	9,0	Penguatan kelembagaan petani.
A2	8,9	Mengembangkan pengkaderan petani / kelompok tani sadar pertanian berkelanjutan.
C2	8,8	Peningkatan kegiatan demplot teknologi pertanian berkelanjutan.
C1	8,3	Peningkatan akses informasi dan transfer teknologi pertanian
B1	8,2	berkelanjutan. Perubahan pola bertani menuju agribisnis.
A1	7,8	Peningkatan kualitas SDM petani.
D2	6,7	Meningkatkan peran penyuluh dalam rangka pembinaan terhadap kelembagaan petani.
E1	6,4	Insentif bagi petani yang mau dan mampu menerapkan sistem pertanian berkelanjutan.
B3	5,9	Meningkatkan dukungan permodalan usahatani.
C3	5,6	Pengembangan integrasi tanaman semusim, tanaman tahunan bernilai tinggi, ternak.
A3	5,5	Mengembangkan nilai – nilai kearifan lokal tentang pelestarian alam.
B2	5,4	Mewujudkan alternatif sumber ekonomi selain pertanian <i>on farm</i> .
E4	4,9	Pengawasan kegiatan pertanian berkelanjutan.
E2	4,6	Pembuatan, penegakan regulasi berkaitan dengan tata guna lahan.
E3	4,0	Memasukkan pelajaran tentang pelestarian lingkungan spesifik lokasi dalam kurikulum pendidikan formal mulai dari tingkat dasar.

Sumber: Sasongko et al. 2013

Melalui program/kegiatan pemberdayaan kelembagaan petani diharapkan para petani mampumengambil inisiatif secara mandiri untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi khususnya berkaitan denganpenerapan pertanian berkelanjutan. Bantuan dari berbagai pihak yang diberikan benar–benar dirasakan sebagaikebutuhan kelompok dan bagian dari perencanaan mereka untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Haltersebut akan menjamin keberlangsungan bantuan/kegiatan yang diberikan karena memang dibutuhkan danterdapat rasa memiliki oleh para petani. Selain itu kelembagaan petani penting untuk meningkatkan perannya dalammenjalin kerjasama saling menguntungkan dengan berbagai pihak dalam rangka mengatasi permasalahan yangdihadapi, misalnya harga rendah ketika terjadi over produksi diatasi dengan sistem kemitraan (Sasongko et al. 2013)

Prioritas alternatif berikutnya adalah mengembangkan pengkaderan kelompok tani/petani sadar pertanian berkelanjutan sebagai pioneer/contoh/teladan. Program/kegiatan tersebut menjadi cukup penting dan strategis karena petani memerlukan sosok, figur, contoh, teladan yang berhasil telah menerapkan model pertanian berkelanjutan. Melalui proses tersebut petani akan melihat secara langsung, belajar, menganalisa, mempertimbangkan, dan akhirnya memutuskan. Pengenalan bentuk–bentuk penerapan pertanian berkelanjutan melalui contoh

nyata akan lebih mudah diterima dibandingkan dengan teori di dalam ruangan. Kader-kader petani/kelompok tani perlu terus dirintis oleh berbagai pihak, agar semakin tumbuh subur para pelaku model-model pertanian berkelanjutan sehingga para petani lain tidak kesulitan meniru, mencontoh, praktek-praktek pertanian yang menerapkan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan di sekitar mereka (Sasongko et al. 2013)

Prioritas alternatif selanjutnya adalah peningkatan demplot teknologi pertanian berkelanjutan. Demplot menjadi penting untuk memperkenalkan teknologi pertanian berkelanjutan yang ada, bagaimana operasionalisasinya, hasil/keuntungannya, kemudian para petani menjadi mengetahui, yakin, dan percaya terhadap teknologi pertanian yang diintroduksikan. Harapannya agar terjadi proses perubahan/peningkatan pengetahuan, sikap, dan perilaku petani dalam penerapan pertanian berkelanjutan (Sasongko et al. 2013)

Keseuaian Lahan dan Aspek Ekonomi pada Agrosilvopastura

Pada review makalah ini, analisis finansial terhadap sistem agroforestri dilakukan di Kecamatan Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar dengan jangka waktu pengusahaan 20 tahun dan tingkat suku bunga 8%, di peroleh, nilai NPV > 0 (positif), dan B/C Ratio ≥ 1 dan nilai IRR ≥ tingkat suku bunga (i) untuk semua bentuk penggunaan lahan, dapat dilihat pada tabel 2. Dari data tersebut menunjukkan bahwa semua sistem agroforestri baik yang berbentuk agrisilvikultur, silvopastura maupun agrisilvopastura layak untuk dilaksanakan. Untuk mengamati kesesuaian lahan, yakni dengan melihat komponen-komponen agrosilvopastura yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Analisis finansial agroforestri per hektar di Kecamatan Indrapuri

Kriteria	Agrisilvikultur	Silvopastura	Agrisilvopastura
NPV	Rp. 55.374.410,-	Rp.84.111.784,-	Rp.147.896.794,-
BCR	2,2	1,5	2,7
IRR	31%	38%	46%

Sumber: Bukhari dan Indra, 2009

Sistem silvopastura diperoleh hasil tingkat kesesuaian tanaman berkayu jati dan mahoni tergolong cukup sesuai (S2). Tanaman tahunan yaitu pisang tingkat kesesuaian lahan tergolong cukup sesuai (S2) dan untuk tanaman pakan ternak jenis rumput gajah memiliki tingkat kesesuaian lahan sesuai marjinal (S3). Hasil evaluasi kesesuaian lahan untuk jenis tanaman yang penggunaan lahannya berbentuk agrosilvopastura diperoleh hasil untuk komponen tanaman berkayu jati (*Tectona grandis*), mahoni (*Swietenia sp*), kemiri (*Aleuritas moluccana*), memiliki tingkat kesesuaian lahan tergolong cukup sesuai (S2); sedangkan mangga (*Mangifera indica*), nangka (*Artocarpus integra*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), pinang (*Areca catechu*) memiliki tingkat kesesuaian lahan tergolong sesuai marjinal (S3). Selanjutnya tanaman tahunan pisang (*Musa pudeca*) dan kakao (*Theobroma cacao L*) dan pakan ternak rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), memiliki tingkat kesesuaian lahan tergolong sesuai marjinal (S3).

Tabel 3. Komponen-komponen sistem agrosilvopastura di Kecamatan Indrapuri

No.	Komponen	Posisi	Tujuan
	Tanaman Berkayu		
1	Mahoni (<i>Swietenia sp</i>)	Punggung, lereng	Konservasi
2	Jati (<i>Tectona grandis</i>)	Punggung, lereng	Konservasi
3	Kemiri (<i>Aleuritas moluccana</i>)	Lereng	Ekonomi/konservasi
4	Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	Lereng	Ekonomi/konservasi
5	Nangka (<i>Artocarpus integra</i>)	Lereng	Ekonomi/konservasi
6	Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	Lereng, lembah	Ekonomi/konservasi
7	Pinang (<i>Areca catechu</i>)	Punggung, lereng	Ekonomi/konservasi

1	Tanaman Tahunan Pisang (<i>Musa puleca</i>)	Punggung, lereng	Ekonomi
2	Kakao (<i>Theobroma cacao L</i>)	Lereng	Ekonomi
1	Tanaman Semusim Cabai (<i>Capsicum annum</i>)	Lembah	Ekonomi
2	Terung (<i>Solanum melongena</i>)	Lembah	Ekonomi
1	Tanaman Pakan Ternak Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Lereng, lembah	Ekonomi/konservasi
1	Ternak Sapi (<i>Bos taurus sp</i>)	Punggung,lereng	Ekonomi
2	Itik (<i>Anas platyrhynchos</i>)	Lembah	Ekonomi

Sumber: Bukhari dan Indra, 2009

Berdasarkan tingkat kesesuaian lahan, perlu juga dibuat desain agroforestri pada lahan kritis. Untuk mengadopsi teknologi kegiatan usaha tani perlu diketahui kendala spesifik yang ada di lokasi tersebut. Faktor penghambat itu sendiri, ada yang dapat dimanipulasi atau diperbaiki dengan teknologi, akan tetapi ada juga faktor penghambat yang sulit diperbaiki karena akan membutuhkan biaya yang tinggi dan sulit diperbaikioleh petani. Berdasarkan hasil evaluasi kesesuaian lahan maka direkomendasikan jenis tanaman berkayu Non MPTs adalah jati dan mahoni karena tergolong cukup sesuai (S2), untuk tanaman MPTsseperti rambutan, nangka, mangga, pinang dan kemiri pada daerah tertentu tergolong sesuai marginal (S3), akan tetapi dengan pemberian pupuk dapat ditingkatkan menjadi cukup sesuai (S2). Demikian juga halnya untuk tanaman tahunan seperti pisang dan kakao dengan pemberian pupuk dapat ditingkatkan kesesuaiannya menjadi cukup sesuai (S2). Untuk tanaman semusim seperti cabai, terung dan jagung, tergolong (S3) atau sesuai marginal, ini tentu saja membutuhkan input pupuk yang cukup tinggi dalam membudidayakannya.

Berdasarkan pengamatan dan wawancara, diperoleh profil komponen penyusun sistem agroforestri pada lahan kritis menurut *landscape*. Tanaman berkayuseperti jati dan mahoni akan lebih baik ditanampada daerah punggung bukit, karena lebih adaptifpada kondisi lahan yang ekstrim. Tanaman MPTs,tanaman tahunan dan pakan ternak lebih baikditanam pada bahagian lereng dan lembah,dengan asumsi bahwa tingkat kesuburannya lebihbaik daripada di bahagian punggung bukit.Keberhasilan agroforestri berbasis pohon salahsatunya didasarkan pada pemilihan jenis. Prinsippemilihan jenis pohon dalam agroforestri adalahketepatan antara lokasi pemapanan dengankarakteristik jenis terpilih serta nilai peruntukanya(Suryanto *et al*, 2005).

Penelusuran Aspek Ekologi pada Agrosilvopastura

Pada aspek ekologi, parameter yang disajikan pada makalah review ini adalah laju erosi (tabel 4), total biomassa dan penambatan karbon (tabel 5), serta kapasitas infiltrasi (tabel 6). Data diambil dari penelitian yang dilakukan Abdul-rauf (2004) pada lahan pertanian agroforestri di kawasan penyangga Kabupaten Langkat, Sumatera Utara.

Erosi yang terjadi di lahan agroforestri semuanya berada di bawah erosi yang diperbolehkan, masih dalam taraf tidak membahayakan.Sedangkan erosi yang terjadi pada lahan pertanian monokultur (intensif) merupakan erosi yang membahayakan (jauh lebih besar dari erosi diperbolehkan).

Tabel 4. Erosi pada tipe agroforestri dan lahan pertanian di kawasan penyangga Kabupaten Langkat pada kemiringan lereng 15-25%.

Tipe Penggunaan Lahan	Erosi aktual (ton/ha/thn)	Erosi diperbolehkan (ton/ha/thn)
Agrosilvicultural	24,69	31,60
Agrosilvopastura	10,48	30,60
Agroaquaforestry	12,49	29,45
Pertanian monokultur	136,79	31,25

Sumber: Abdul-Rauf, 2004

Selanjutnya, di lahan yang sama dilakukan penghitungan total biomassa dan karbon tegakan pada beberapa subtype agroforestri di Kawasan Penyangga. Disertai dengan persentase total karbon tanahnya per hektar pada kedalaman 20 cm.

Tabel 5. Biomassa dan total karbon (C) tegakan dan tanah pada beberapa subtype agroforestry di kawasan penyangga Kab. Langkat.

Subtipe Agroforestry dan Jenis Penggunaan Lahan lainnya	Biomassa Vegetasi (ton/ha)*	C- Vegetasi*)		C- Tanah**)	
		%	Ton/ha	%	Ton/ha
1. Agrosilvicultura (perkebunan + padi gogo + buah), hutan rakyat.	24.56	36.69	9.01	7.71	129.53
2. Agrosilvicultura (perkebunan + jagung), hutan lindung	60.34	41.50	25.04	5.57	106.94
3. Agrosilvicultura (perkebunan + cabai + tomat), hutan lindung	37.59	37.54	14.11	5.17	99.26
4. Agrosilvicultura (kayu + padi gogo + cabai)	48.81	41.50	20.26	6.34	162.02
5. Agrosilvicultura (kayu + kopi + jagung)	46.73	36.76	17.18	5.61	117.88
6. Agrosilvicultura (kayu + jahe + kulit manis)	89.09	43.73	38.96	3.54	61.60
7. Agrosilvopastura (kayu + karet + durian + rumput)	85.22	45.61	38.87	6.92	150.86
8. Agrosilvopastura (kayu + kulit manis + nangka + rumput)	29.96	41.69	12.49	4.86	97.20
9. Agrosilvopastura (kulit manis + petai + rumput)	197.34	45.03	88.87	7.86	138.34
10. Pertanian monokultur (jagung)	12.52	22.76	2.85	5.56	121.21
11. Pertanian monokultur (padi gogo + cabai)	9.55	22.72	2.17	3.48	64.03
12. Hutan alami	616.40	48.69	300.15	8.22	157.82

*) total dari semua jenis komponen penyusun dalam subtype agroforestri

***) pada tanah lapisan atas (kedalaman 20 cm)

Sumber: Abdul-Rauf, 2007

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa biomassa dan karbon total tegakan tertinggi dijumpai pada sistem hutan alami. Sedangkan biomassa dan karbon total tertinggi dari lahan yang telah dibuka (dimanfaatkan) oleh manusia, dijumpai pada subtype agrosilvopastura dengan struktur atau komponen penyusun utama terdiri dari kulit manis, petai papan serta vegetasi rumput di bawah tegakan tanaman pohonnya, sebesar 88,87 ton per hektar. Total karbon tegakan terendah dijumpai pada sistem penggunaan lahan untuk pertanian monokultur (padi gogo, dan cabai) hanya sebesar 2,17 ton per hektar atau sekitar dari 10,3 kali lebih kecil dibandingkan rerata total karbon tegakan pada sistem agroforestri.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa total karbon tanah yang lebih tinggi selalu diikuti dengan total biomassa dan karbon tegakan (vegetasi) yang lebih rendah. Total karbon tanah yang lebih tinggi tersebut umumnya dijumpai pada sub tipe agrosilvicultural dibandingkan pada subtype agrosilvopastura. Sementara total biomassa umumnya lebih tinggi pada tipe agrosilvopastura, kecuali dibandingkan pada sistem hutan alami.

Dibandingkan potensi biomassa dan karbon total pada hutan primer, maka potensi biomassa dan karbon total pada tipe agrosilvopastura dan agrosilvicultura di kawasan penyangga ini masing-masing sekitar 3-6 dan 6-12 kali lebih kecil dari potensi biomassa dan

karbon total pada hutan primer tersebut. Potensi biomassa hutan primer hasil penelitian Istomo (2002) sebesar 329.18 ton per hektar, sedangkan dari hasil penelitian ini sebesar 616.4 ton perhektar. Namun demikian, potensi biomassa dan karbon total tegakan pada tipe agrosilvopastura dan agrosilvicultura di kawasan penyangga ini, masing-masing sekitar 16,4 dan 7,3 kali lebih besar, bila dibandingkan dengan potensi biomassa dan karbon tegakan yang dijumpai pada sistem pertanian monokultur, yang berarti tipe agrosilvopastura lebih mendekati sistem hutan alami, sedangkan tipe agrosilvicultura lebih mendekati sistem pertanian monokultur bila ditinjau dari potensi biomassa dan total karbon tegakannya.

Parameter selanjutnya, kapasitas infiltrasi tanah pada sistem agroforestri umumnya 1,3-2,0 kali lebih besar dibandingkan pada sistem pertanian monokultur. Ini berarti kemampuan tanah dalam menyerap air pada sistem agroforestri lebih besar dibandingkan pada sistem pertanian monokultur. Akibat daya serap tanah yang lebih kecil pada sistem pertanian monokultur menyebabkan limpasan permukaan lebih besar, demikian sebaliknya, limpasan permukaan pada system agroforestri lebih kecil karena daya serap tanahnya terhadap air lebih besar (Tabel 6).

Tabel 6. Kapasitas infiltrasi dan limpasan permukaan pada tipe agroforestri dan lahan pertanian di kawasan penyangga Kabupaten Langkat.

Tipe Penggunaan Lahan	Kapasitas Infiltrasi (cm/jam)	Limpasan Permukaan (%/hujan)
Agrosilvicultura	65,23	35,07
Agrosilvopastura	42,92	39,00
Pertanian monokultur	33,22	45,50

Sumber: Abdul-Rauf (2004)

Kapasitas infiltrasi tanah yang tinggi memungkinkan tanah pada sistem agroforestri dapat menahan air lebih banyak, yang berarti sistem agroforestri ini memiliki peranan lebih besar dalam memitigasi banjir. Dengan selisih antara kapasitas infiltrasi pada tipe agrosilvicultura dengan kapasitas infiltrasi pada pertanian monokultur sebesar 32,01 cm/jam, berarti pada tipe ini dapat menyerap air 3.201.000.000 cm³ atau 3201 m³ atau 3.201.000 liter lebih banyak dibandingkan pada sistem pertanian monokultur untuk setiap 1 hektar lahan pada setiap 1 jam kejadian hujan. Demikian halnya pada tipe agrosilvopastura yang dapat menyerap air sebesar 970 m³ lebih banyak dibandingkan pada sistem pertanian monokultur untuk setiap hektar lahan pada setiap 1 jam kejadian hujan.

KESIMPULAN

1. Urutan prioritas alternatif pilihan terpenting untuk membangun pertanian berkelanjutan antara lain penguatan kelembagaan petani, mengembangkan pengkaderan petani / kelompok tani sadar pertanian berkelanjutan, dan peningkatan kegiatan demplot teknologi pertanian berkelanjutan.
2. Berdasarkan komponen penyusunnya terdapat tiga sistem agroforestri yang dilakukan oleh masyarakat pada lahan-lahan kritis, yaitu berbentuk agrosilvicultura, silvopastura dan agrosilvopastura, dimana sistem agroforestri yang ada merupakan sistem agroforestri tradisional yang dikelola menurut kondisi dan kearifan lokal.
3. Analisis finansial menunjukkan bahwa secara ekonomi ketiga sistem agroforestri di lokasi penelitian layak untuk dilaksanakan.
3. Sistem agroforestri yang lebih sesuai dan berkesinambungan (pendapatan mencapai kebutuhan hidup layak, lahan tidak terdegradasi dan layak agroteknologi) untuk diterapkan di kawasan penyangga Kabupaten Langkat adalah tipe Agrosilvopastura yang merupakan

kombinasi pepohonan/tanaman hutan, tanaman pertanian, dan rumput pakan ternak, karena lahan umumnya curam sampai sangat curam, solum tanah dangkal dan struktur tanah gembur.

4. Erosi yang terjadi pada lahan agroforestri, terutama agrosilvopastura di kawasan penyangga Kabupaten Langkat tidak membahayakan karena lebih kecil dari erosi yang diperbolehkan (<31,6 ton/ha/thn), sedangkan erosi yang terjadi pada lahan pertanian intensif (monokultur) sekitar 136,79 ton/ha/thn atau 4,4 kali lebih besar dibandingkan erosi yang diperbolehkan.
5. Total biomassa dan karbon tegakan pada sistem agroforestri dengan tipe agrosilvopastura masing-masing sebesar 104.17 dan 46.74 ton per hektar hampir sama dengan total biomassa dan karbon total tegakan pada hutan mangrove *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan 463 pohon per hektar yang masing-masing sebesar 169.46 (biomassa) dan 47.08 (karbon) ton per hektar.
6. Sistem agroforestry dapat berperan dalam memitigasi banjir dibandingkan pada sistem pertanian monokultur untuk setiap hektar lahan pada setiap 1 jam kejadian hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Rauf. 2007. *Potensi Biomassa Dan Penambatan Karbon Pada Sistem Agroforestri*. Makalah Pada Kongres Dan Seminar Nasional Mkti, Cisarua Bogor, 17-18 Desember 2007.
- Abdul-Rauf. 2004. *Kajian Sistem Dan Optimasi Penggunaan Lahan Agroforestry Di Kawasan Penyangga Taman Nasional Gunung Leuser. Studi Kasus Di Kabupaten Langkat Sumatera Utara*. Disertasi Sekolah Pascasarjana Ipb Bogor.
- Abdul-Rauf. 2001. *Kajian Sosial Ekonomi Sistem Agroforestry Di Kawasan Penyangga Ekosistem Leuser; Studi Kasus Di Kabupaten Langkat Sumatera Utara*. Unit Managemen Leuser (Uml), Medan.
- Anonim. Pengantar Agroforestri.
- Budiasa, I.W. 2011. *Pertanian Berkelanjutan : Teori Dan Permodelan*. Denpasar : Udayana University Press.
- Bukhari dan Indra, G.F. *Desain Agroforestry Pada Lahan Kritis (Studi Kasus Di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar)*. Jurnal Perennial, 6(1) : 53-59
- Dahuri, R. 1998. *Pembangunan Pertanian Berkelanjutan : Dalam Perspektif Ekonomi, Sosial, Dan Ekologi*. Agrimedia. Vol. 4 No. 1, Februari, Hal. 5-11.
- Hilmi, E. 2003. *Model pendugaan kandungan karbon pada pohon kelompok jenis *Rhizophora Sp* dan *Brugueira Spp*. dalam tegakan hutan mangrove*. Studi Kasus di Kabupaten Indragiri Hilir Riau. Disertasi PPS IPB Bogor.
- Idjudin, A.A., Y. Soelaeman, Dan A. Abdurrahman. 2003. *Keragaan Dan Dampak Penerapan Sistem Usahatani Konservasi Terhadap Tingkat Produktivitas Lahan Perbukitan Yogyakarta*. Jurnal Litbang Pertanian 22(2), Hal. 49-56.
- Ma'ruf, A. Mardu, R. Andayani, N. 2014. Respon Bibit *Mucuna bracteata* Terhadap Intensitas Sinar Matahari. Institut Pertanian Stiper Yogyakarta
- Ma'ruf, A. Putra, E, T, S. Waluyo, S. 2016. Pengaruh Pyraclostrobin Terhadap Aktivitas Fisiologis, Produktivitas, Dan Kualitas Pucuk Teh *Assamica* (*Camellia Sinensis* Var. *Assamica* (mast.) Kitamura) Pada Musim Kemarau. Universitas Gadjah Mada
- Ma'ruf, A. Sinaga, A. 2016. Pengaruh Pemanasan Global Terhadap Beberapa Tanaman C3 Di Indonesia. Bernas
- Ma'ruf, A. Putra, E, T, S. Waluyo, S. 2016. Effect Of Pyraclostrobin Concentration On Quality Shoots Of *Assamica* Tea. Agricultura

- Ma'ruf, A. 2016. Respon Beberapa Kultivar Tanaman Pangan Terhadap Salinitas. Bernas
- Ma'ruf, A. 2016. Pengaruh Pemanasan Global Terhadap Beberapa Tanaman C3 Di Indonesia. Bernas
- Ma'ruf, A. Zulia, C. Safruddin. 2017. Rice Estate Development As State Owned Enterprises (SOEs) To Self Supporting For Food. European Academic Research
- Ma'ruf, A. Zulia, C. Safruddin. 2017. Legume Cover Crop di Perkebunan Kelapa Sawit. Forum Pertanian Asahan
- Mustofa, A.S dan Tony, D dan Hadi, S.A dan Nurheni, W. *Klasifikasi Dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri*. World Agroforestry Centre (Icraf)
- Purwanto Dan S. Andy Cahyono, 2012. *Identifikasi Kerentanan Sosial Ekonomi kelembagaan Untuk PengelolaanDas Tulis (Dataran Tinggi Dieng)*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam DanLingkungan, Semarang, 11 September 2012.
- Sasongko, Putra dan Purwanto dan Kismartini. 2013.*Perencanaan Pertanian Berkelanjutan Di Kecamatan Selo*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan
- Sajogyo, 1977. *Garis Miskin dan Kebutuhan Minimum Pangan*. Lembaga Penelitian Sosiologi Pedesaan (LPSP) IPB Bogor.
- Sinaga, A. Ma'ruf, A. 2016. Tanggapan Hasil Pertumbuhan Tanaman Jagung Akibat Pemberian Pupuk Urea, SP-36, dan KCl. Bernas
- Wiyanto, G. Ma'ruf, A. Puspaningrum, E, S. 2014. Panen Rupiah dari Ladang Jahe. Bhafana Publishing