

Jasa Lingkungan Agroforestri

Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng
Sulawesi Selatan

Jasa Lingkungan Agroforestri

Jasa Lingkungan Agroforestri

Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng
Sulawesi Selatan



Penulis:

Mohamad Siarudin
Yonky Indrajaya
Edy Junaidi
Aji Winara
Ary Widiyanto
Anas Badrunasar

Editor:

Subekti Rahayu
Ni'matul Khasanah
Betha Lusiana

Dibiayai oleh :

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry

Jl. Raya Ciamis - Banjar KM 4, Ciamis, Jawa Barat

Telp : +62 265 771352, Fax : +62 265 775866

PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@ymail.com

Penerbit IPB Press @IPBpress ipbpress



**Jasa Lingkungan Agroforestri:
Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng
Sulawesi Selatan**



Jasa Lingkungan Agroforestri: Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng Sulawesi Selatan

Penulis:

Mohamad Siarudin, Yonky Indrajaya, Edy Junaidi,
Aji Winara, Ary Widiyanto, Anas Badrunasar



Penerbit IPB Press
IPB Science Park Taman Kencana,
Kota Bogor - Indonesia

C1/12.2018

Judul Buku:

Jasa Lingkungan Agroforestri: Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng
Sulawesi Selatan

Penulis:

Mohamad Siarudin, Yonky Indrajaya, Edy Junaidi,
Aji Winara, Ary Widiyanto, Anas Badrunasar

Editor:

Subekti Rahayu, Ni'matul Khasanah, Betha Lusiana

Penata Isi:

Syahrival

Korektor:

Pratama Desriwan

Jumlah Halaman:

xiv + 152 halaman

Edisi/Cetakan:

Cetakan Pertama, Januari 2019

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

IPB Science Park Taman Kencana

Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@ymail.com

ISBN: 978-602-440-608-0

Dicetak oleh IPB Press Printing, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

©2018, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dibiayai oleh :

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry

Jl. Raya Ciamis - Banjar KM 4, Ciamis, Jawa Barat

Telp : +62 265 771352, Fax : +62 265 775866

KATA PENGANTAR

KEPALA BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI AGROFORESTRY

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sebuah ekosistem yang sangat kompleks. Kompleksitas tersebut dapat dilihat dari banyaknya sub-sistem yang menyusun dan interaksi antara sub-sistem. Salah satu sub-sistem yang banyak dijumpai dalam sebuah DAS adalah agroforestri. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa agroforestri terbukti dapat memberikan manfaat secara sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Penerbitan buku ini dimaksudkan untuk menggambarkan jasa lingkungan agroforestri, khususnya dalam bentuk keanekaragaman hayati, hidrologi dan cadangan karbon. Keanekaragaman hayati agroforestri meliputi dua hal yaitu keanekaragaman jenis pohon dan tumbuhan serta keanekaragaman jenis satwa. Hal ini sangat penting dalam mendukung posisi Indonesia yang dikenal sebagai negara dengan keanekaragaman hayati tinggi. Keanekaragaman hayati ini juga telah dimanfaatkan oleh masyarakat yang bertempat tinggal di wilayah DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Hal ini menunjukkan bahwa aspek lingkungan dapat bersinergi dengan aspek ekonomi. Agroforestri, yang mengkombinasikan pohon dengan tanaman bawah juga terbukti mendukung kondisi hidrologi suatu DAS. Kombinasi strata tajuk dan waktu pemanenan yang berbeda dapat mengurangi resiko longsor dan merupakan salah satu bentuk konservasi tanah, meskipun perlu juga mempertimbangkan lokasi dan pola yang digunakan. Terakhir, di tengah isu perubahan iklim agroforestri juga merupakan salah satu bentuk penggunaan lahan yang potensial dalam menyimpan cadangan karbon. Ditengah isu monokultur pohon vs monokultur pertanian, agroforestri dapat menjadi jalan tengah yang terbukti memiliki kontribusi cukup besar dalam aspek lingkungan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada tim penulis dan editor atas sumbangsuhnya sehingga buku “Jasa Lingkungan Agroforestri: Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan” dapat diterbitkan. Semoga buku ini bermanfaat bagi para pihak dan pembaca yang memerlukannya.

Ciamis, Mei 2018

Kepala Balai,

Bagus Novianto, S.Hut., MP.



WORLD AGROFORESTRY CENTER

The Agroforestry and Forestry in Sulawesi: Linking Knowledge with Action (AgFor) project was implemented by the World Agroforestry Centre (also known as International Centre for Research in Agroforestry/ICRAF), in collaboration with the Center for International Forestry Research (CIFOR), National Development Planning Agency of Indonesia (Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional/Bappenas), Operation Wallacea Trust (OWT), Universitas Hasanuddin (UNHAS), Winrock International, Forestry and Environmental Research, Development and Innovation Agency (FOERDIA) and local partners through a Contribution Arrangement (no. 7056890) with the Government of Canada, represented by the Minister of International Development, acting through Global Affairs Canada (formerly Canadian International Development Agency/CIDA and then Department of Foreign Affairs, Trade and Development/DFATD). The Agroforestry Technology Research Center, Ciamis was one of the FOERDIA institutes involved in the project.

AgFor was approved and initiated in 2011 and, including a one-year extension, operated through March 2017. At the project onset, the primary development challenge in the area was the low diversity of rural livelihoods' systems with a high dependence on exotic commodity crops that exposed farmers to market and biological risks. Diverse agroforestry systems in well-managed landscapes with gradients of intensity from monoculture rice fields to natural forest are widely seen as more robust and adverse to risk.

The second challenge was that analyses indicated that Sulawesi would experience substantial variations in atmospheric conditions, which would likely exacerbate problems caused by sub-optimal watershed management: increased soil erosion, sedimentation, landslides and floods. Enhanced land-use management and adaptation strategies for local farmers were needed to secure livelihoods and protect the environment. Incentives that

helped the development of environmental services' schemes also needed to be created.

Third, poor and marginalized people lacked title to their land and had little awareness of, or access to, channels to certify or clarify their land status. This perpetuated vulnerability and suppressed investment. Similarly, women's rights were often side-lined or ignored, indicating a special need for raising awareness and empowerment. Continued encroachment into forest areas was a major driver of deforestation and was symptomatic of a wider conflict between communities and the government.

Fourth, local governance capacity was limited. Decentralization in the early 2000s coupled with widespread democratisation had caught many districts unprepared. After 10 years, a great deal of local capacity had been built but self-government was still largely understood as entitlement rather than responsibility. Further, development efforts still often lacked the long-term vision necessary to achieve sustainability. Community participation in government land-use planning was rare, as were incentives and benefits for communities.

To address those development challenges, AgFor sought to *improved equitable and sustainable agroforestry and forestry-based livelihoods' systems for rural communities in Sulawesi*. To achieve that outcome, AgFor focused on improving awareness, access and skills related to natural resources and agriculture; developing equitable participatory governance mechanisms; and integrating management of sustainable landscapes and ecosystems. The project implemented both research and rural development activities.

Over its operational lifespan, AgFor's achievements included the following.

- 636,972 people (52% women) improved their income as a result of adopting AgFor-promoted technologies.
- Average annual income of those households increased by 14% to 18%.
- 780,273 ha were placed under improved sustainable natural resource management, including agroforestry, agricultural and forestry systems.
- 73 communities in 10 districts benefited from vulnerability assessments, livelihoods and conservation agreements and environmental services' schemes.

- Seven district livelihoods and conservation strategies, three livelihoods and conservation agreements, and three provincial ecosystem management synergy options were developed.
- 21,360 individuals (36% women) gained greater knowledge of sustainable natural resource management through formal and informal workshops, training and meetings.
- 13,298 individuals (35% women) were trained in agroforestry management at 725 events.
- 15,272 individuals (35% women) were trained in nursery management and tree propagation at 1082 events.
- 348 group and individual nurseries were operated by partners during the reporting period produced 2,326,292 seedlings.
- 114 agroforestry enterprises (group and individual) were developed or strengthened.
- 9830 individuals (46% women) benefited from improved value chains for their agroforestry products and development of agroforestry enterprises.
- 4323 individuals (25% women) were trained in environmental services rewards' schemes at 205 events.
- 32,948 people (50% women) benefited from improved environmental services' schemes in 11 communities.
- 27 students (19 Indonesian and 8 international) conducted field research for their academic programs in collaboration with AgFor.
- 19 technical guidelines were published on smallholders' nursery management, seedling propagation, organic fertilizer production, species' prioritization, farmers' demonstration trials, and smallholders' production of priority crops (cacao, rubber, coffee, black pepper, timber, clove, durian, rambutan, orange and nutmeg).
- More than 25 peer-reviewed documents, 30 working papers, 25 conference papers and 14 policy briefs were published from AgFor research findings.

As this research volume demonstrates that Agroforestry Technology Research Center's collaboration with AgFor was a contributing factor to the project's success. ICRAF and I greatly enjoyed working with the Agroforestry Technology Research Center during the AgFor project and look forward to more productive partnership in the future.

James M Roshetko, PhD
AgFor Senior Project Leader and
ICRAF Leader Trees, Agroforestry Management, and Markets Unit South-
east Asia

KATA PENGANTAR

PENULIS

Alhamdulillah, akhirnya buku “Jasa Lingkungan Agroforestri: Belajar dari Masyarakat DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan” telah terbit sesuai dengan yang diharapkan. Buku ini merupakan hasil penelitian kerjasama antara Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry (BPP-TA) dan *World Agroforestry Center* (ICRAF) melalui kegiatan Proyek *Agroforestry and Forestry in Sulawesi: linking knowledge to action* (AgFor Sulawesi Project) yang dibiayai oleh Global Affairs Canada and the CGIAR Research Program on Forests, Trees and Agroforestry, antara tahun 2013-2015. Buku ini memaparkan tentang beberapa aspek jasa lingkungan dari sistem agroforestri pada skala bentang lahan dan skala sistem penggunaan lahan (SPL) yang merupakan inisiatif lokal masyarakat DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Beberapa aspek jasa lingkungan agroforestri meliputi gambaran tentang sistem penggunaan lahan agroforestri, pengaruh agroforestri terhadap hidrologi, cadangan karbon, keanekaragaman jenis pohon, pemanfaatan jenis pohon oleh masyarakat (etnobotani) dan pengetahuan masyarakat tentang keragaman jenis satwa pada lahan agroforestri (etnozooologi).

Inisiatif penggunaan sistem agroforestri pada skala SPL oleh masyarakat menjadi penting sebagai proses pembelajaran bagi masyarakat umum terutama sekitar DAS. Berbagai inisiatif agroforestri baik yang bersifat sederhana maupun kompleks atau pun pengelolaannya secara intensif maupun kurang intensif menjadi pilihan masyarakat dalam menjembatani antara kepentingan ekonomi dan ekologi. Gambaran jasa lingkungan agroforestri pada aspek hidrologi, cadangan karbon, keanekaragaman hayati serta etnobotani-zoologi menambah kekayaan khasanah potensi agroforestri. Selain itu keunikan sistem agroforestri pada berbagai skala bentang lahan mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi menjadi pilihan tersendiri.

Proses penulisan buku ini banyak dibantu oleh berbagai pihak sehingga buku ini bisa terbit. Kami mengucapkan terima kasih kepada BPP-

TA yang mendanai penerbitan buku ini dan ICRAF yang telah mendanai kegiatan penelitian. Kami pun mengucapkan terima kasih kepada para peneliti senior ICRAF khususnya Dr. James Roshetko, Dr. Betha Lusiana, Dr. Subekti Rahayu dan Ni'matul Khasanah yang telah mengarahkan kegiatan penelitian dan penyuntingan buku ini.

Kami juga banyak dibantu oleh pihak Pemerintah Daerah Kabupaten Bulukumba, khususnya Kepala Dinas Kehutanan dan Perkebunan serta Kepala Dinas Ketahanan Pangan. Juga Para Polisi Kehutanan dan penyuluh kehutanan yang telah membantu teknis pelaksanaan penelitian.

Semoga hadirnya buku ini dapat meningkatkan kontribusi agroforestri bagi masyarakat di Indonesia umumnya dan para pegiat agroforestri pada khususnya.

Ciamis, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	xiii
1 Gambaran Umum dan Perkembangan Sistem Agroforestri di DAS Balangtieng	
Ary Widiyanto dan Edy Junaidi	1 - 22
2 Pengaruh Agroforestri di Hulu, Tengah dan Hilir DAS Balangtieng terhadap Kondisi Hidrologi	
Edy Junaidi	23 - 48
3 Cadangan Karbon Sistem Agroforestri di DAS Balangtieng	
Mohamad Siarudin	49 - 66
4 Emisi dan Sekuestrasi Karbon di DAS Balangtieng dari Perubahan Sistem Penggunaan Lahan	
Yonky Indrajaya	67 - 88
5 Keanekaragaman Jenis Pohon pada Sistem Agroforestri di DAS Balangtieng	
Aji Winara dan Ary Widiyanto	89 - 118
6 Pemanfaatan Jenis-jenis Pohon oleh Masyarakat di DAS Balangtieng	
M. Siarudin dan Yonky Indrajaya	119 - 134
7 Etnozoologi pada Agroforestri di DAS Balangtieng	
Aji Winara dan Anas Badrunnasar.....	135 - 146
PENUTUP	147
TENTANG PENULIS.....	150



Gambaran Umum dan Perkembangan Sistem Agroforestri di DAS Balangtieng

Ary Widiyanto dan Edy Junaidi

ABSTRAK

DAS Balangtieng merupakan salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) di Wilayah Sungai (WS) Jeneberang, Propinsi Sulawesi Selatan. DAS ini sangat penting sebagai sumber penyedia air bagi masyarakat Kabupaten Bulukumba. Untuk itu diperlukan kajian untuk mengetahui kondisi biofisik di wilayah DAS. Kajian ini bertujuan untuk : (1) memahami kondisi biofisik dan sosial di wilayah DAS Balangtieng dan (2) menyediakan informasi mengenai kondisi biofisik dan sosial di DAS Balangtieng untuk kajian-kajian lainnya berdasarkan dua komponen yang menyusun DAS, yaitu komponen biofisik dan sosial. Kajian ini berupa studi pustaka terhadap laporan-laporan dan peta-peta yang berasal dari instansi-instansi terkait. Hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa DAS Balangtieng secara administratif berada di empat kabupaten, yaitu Bantaeng, Bulukumba, Gowa dan Sinjai. Bagian terbesar dari DAS Balangtieng berada di Kabupaten Bulukumba yaitu sekitar 180,5 km² (meliputi 3 kecamatan dan 28 desa). Berdasarkan pembagian sub DAS, DAS Balangtieng bagian hulu merupakan daerah yang terluas (69,6 km²) dengan sungai utama terpanjang (17,06 km). Secara umum, kelerengan di DAS Balangtieng didominasi kelas datar-berombak yang tersebar pada DAS bagian tengah dan hilir. Pada DAS bagian hilir ordo tanah didominasi Inseptisol, pada tengah didominasi oleh jenis tanah Entisol, sedangkan pada bagian hulu didominasi jenis tanah Andisol. Berdasarkan sebaran sistem penggunaan lahan, agoforestri Balangtieng terluas berada di DAS bagian tengah (4.837,1 ha), diikuti bagian hulu (3.542,3 ha) dan hilir (2.981,9 ha). Terdapat 18 sistem tutupan/penggunaan lahan di DAS Balangtieng, dengan lima

sistem agroforestri yang dominan adalah agroforestri coklat-kopi, agroforestri jambu mete, agroforestri cengkeh, agroforestri kelapa, dan kebun campur. Sistem penggunaan lahan terluas berdasarkan peta tahun 2009 adalah agroforestri coklat-kopi, dengan luas 21% dari total luas DAS. Selama 20 tahun (1989-2009), sistem penggunaan lahan yang paling banyak dikonversi adalah agroforestri mete dan hutan tak terganggu. Dalam periode tersebut, pengurangan luasan agroforestri dan hutan tidak terganggu masing-masing lebih dari 1.000 ha, dan sebagian besar dikonversi menjadi agroforestri coklat, komoditas yang banyak ditanam pada saat itu. Kepadatan penduduk tertinggi berada di DAS bagian tengah. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam pengambilan kebijakan terkait tata guna lahan dengan mempertimbangkan kondisi bio-fisik setempat.

Kata kunci: DAS Balangtieng, Kondisi biofisik, Kondisi Sosial, Provinsi Sulawesi Selatan.

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan pendekatan hidrologis, Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dibatasi punggung bukit (pemisahan topografi) yang mempunyai bentuk dan sifat alam yang khas di mana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung dan kelebihannya dialirkan melalui sungai kecil ke sungai utama (Manan, 1985; Sinukaban, 2007;). DAS sebagai satuan hidrologi lahan memiliki tiga fungsi dasar, yaitu: (1) menampung curah hujan, (2) menyimpan air hujan yang terkumpul dalam sistem-sistem simpanan air dan (3) mengalirkan air sebagai limpasan. Secara ekologi, DAS memiliki dua fungsi tambahan, yaitu: (1) lokasi proses kimiawi yang bermanfaat bagi lingkungan dan (2) habitat bagi berbagai makhluk hidup (Black, 1997).

Sistem hidrologi DAS dicirikan oleh kondisi biofisik lahan yang membentuk suatu sistem yang komplek dan sebagai filter terhadap masukan curah hujan. Curah hujan yang masuk mengandung variabilitas ruang dan waktu yang sangat tinggi dan tidak dapat diperkirakan untuk beberapa waktu kedepan tergantung pada kondisi lingkungan atmosfer. Sungai memiliki variabilitas yang tinggi dalam menerima, menampung dan mengalirkan air (Pawitan, 2004 dan Harto, 2000).

DAS juga dapat dipandang sebagai sistem produksi yang menerima masukan (*inputs*) dari alam (hujan dan sinar matahari) dan dari manusia (teknologi dan institusi) yang kemudian menghasilkan luaran (*outputs*) berupa barang serta jasa (Becerra, 1995 dan Departemen Kehutanan, 2001).

Sebagai suatu sistem, di dalam DAS terdapat berbagai komponen yang saling berkaitan satu sama lain. Komponen dalam DAS dapat dibedakan menjadi 2, yaitu: (1) komponen bio-fisik yang bersifat alami yang menunjukkan karakteristik yang dimiliki setiap DAS dan (2) komponen non-biofisik yang menunjukkan manusia dengan berbagai ragam persoalannya, latar belakang budaya, sosial ekonomi, sikap politik, kelembagaan serta tatanannya.

DAS Balangtieng merupakan salah satu DAS di Wilayah Sungai (WS) Jeneberang, Sulawesi Selatan. DAS Balangtieng penting untuk dikaji karena wilayahnya yang meliputi empat Kabupaten di Sulawesi Selatan. Selain itu, Sungai Balangtieng merupakan sungai utama di Kabupaten Bulukumba, yang melewati tiga kecamatan dan 28 desa.

Kajian ini memiliki dua tujuan, pertama untuk melihat gambaran umum DAS Balangtieng berdasarkan dua komponen yang menyusun DAS, yaitu komponen bio-fisik dan sosial, meskipun kajian lebih difokuskan pada aspek biofisik. Tujuan kedua adalah untuk memberi gambaran jenis penggunaan lahan, khususnya penggunaan lahan dengan tutupan agroforestri di DAS Balangtieng.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada Tahun 2013 di wilayah Daerah Aliran Sungai Balangtieng, wilayah Sungai Jeneberang. Secara administrasi wilayah DAS Balangtieng termasuk dalam empat kabupaten, yaitu Kabupaten Bantaeng, Kabupaten Bulukumba, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Sinjai.

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, berupa karakteristik lahan, karakteristik tanah, karakteristik fisik DAS, data meteorologi (curah hujan dan temperatur), data sosial ekonomi dan peta-peta dasar (peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Propinsi Sulawesi Selatan, peta penggunaan, peta jenis tanah, peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bulukumba dan citra *Digital Elevation Model* (DEM)). Sedangkan peralatan yang diperlukan adalah komputer dengan *software-ArcGIS* dan alat tulis menulis. Analisis data dilakukan secara deskripsi sederhana dalam bentuk tabel, grafik dan peta.

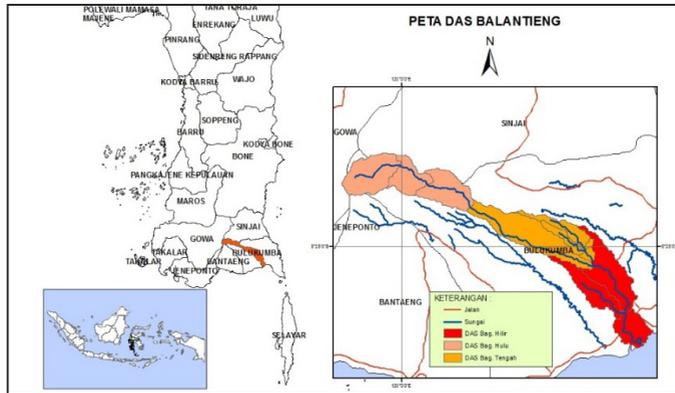
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Biofisik

1. Karakteristik DAS Balangtieng

DAS Balangtieng terletak pada hulu DAS Jeneberang secara geografi berada pada $5^{\circ}25'$ Lintang Selatan (LS) dan $120^{\circ}0'$ Bujur Timur (BT) (Gambar 1). Luas DAS Balangtieng sekitar $202,4 \text{ km}^2$. Panjang rata-rata sungai utama sekitar $53,4 \text{ km}$. DAS Balangtieng bagian hulu mempunyai

luas 69,6 km² dengan panjang sungai utama 17,06 km. Luas DAS Balangtieng bagian tengah dan hilir adalah 65,3 km² dan 67,5 km², dengan panjang sungai utama 10,4 km dan 14,7 km.



Gambar 1. Peta DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan

2. Sistem Penggunaan Lahan Balangtieng

Berdasarkan citra Landsat TM tahun 2009 teridentifikasi 18 sistem penggunaan lahan (SPL) di DAS Balangtieng, yaitu: agroforestri coklat-kopi, agroforestri jambu mete, agroforestri cengkeh, agroforestri kelapa, kebun campur dan agroforestri gmelina, agroforestri randu, padang rumput, hutan bekas tebangan kepadatan tinggi, hutan bekas tebangan kepadatan rendah, tanaman lainnya, sawah, karet monokultur, pemukiman, perdu, hutan tidak terganggu, lahan terbuka dan badan air (Tabel 1). Sebaran masing-masing SPL disajikan pada Gambar 2.

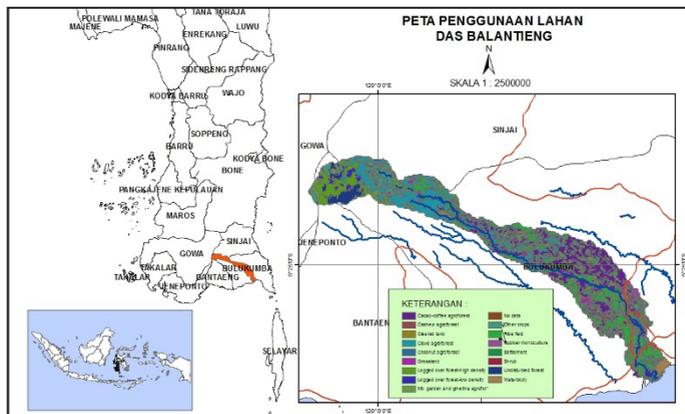
Tabel 1. Sistem penggunaan lahan, luasan dan posisinya dalam DAS Balangtieng berdasarkan hasil klasifikasi tutupan lahan dari citra landsat tahun 2009

No	Sistem Penggunaan/ Tutupan Lahan	Posisi dalam DAS dan luasan (ha)			Luas total (ha)	% ter- hadap luasan DAS
		Hulu	Tengah	Hilir		
1	Agroforestri coklat-kopi	156,8	2.542,3	1.595,8	4.294,9	21,2
2	Agroforestri jambu mete		31,4	217,7	249,1	1,2
3	Agroforestri cengkeh	2.422,9	1.023,3		3.446,2	17,0
4	Agroforestri kelapa	107,9	249,3	253,7	610,9	3,0
5	Padang rumput	137,6	136,6	362,5	636,7	3,2
6	Lahan terbuka	-	-	48,6	48,6	0,2
7	Hutan bekas tebangan - kepadatan tinggi	1.123,8	-	-	1.123,8	5,6
8	Hutan bekas tebangan - kepadatan rendah	342,7	0,2	1,8	344,7	1,7
9	Kebun campuran dan agroforestri gmelina	854,7	990,8	914,7	2.760,3	13,6
10	Tidak ada data	7,4		0,4	7,8	0,01
11	Tanaman lainnya	636,0	322,5	715,5	1.674,0	8,3
12	Sawah	507,8	1.110,3	1.898,7	3.516,7	17,4
13	Karet monokultur	-	-	97,4	97,4	0,5
14	Agroforestri randu	-	-	-	-	-
15	Pemukiman	7,9	100,6	403,1	511,6	2,5
16	Perdu		2,8	41,0	43,8	0,2
17	Hutan tidak terganggu	606,1		5,9	611,9	3,0
18	Badan air	49,9	13,4	194,4	257,7	1,3
Total		6.961,7	6.523,3	6.751,0	20.236,0	100,0

Sistem penggunaan lahan yang paling dominan adalah agroforestri coklat-kopi, dengan total luas sekitar 4.295 ha.. Secara umum terdapat lima sistem agroforestri yang paling banyak ditemukan di DAS Balangtieng, yaitu: 1) agroforestri coklat-kopi, 2) agroforestri mete, 3) agroforestri

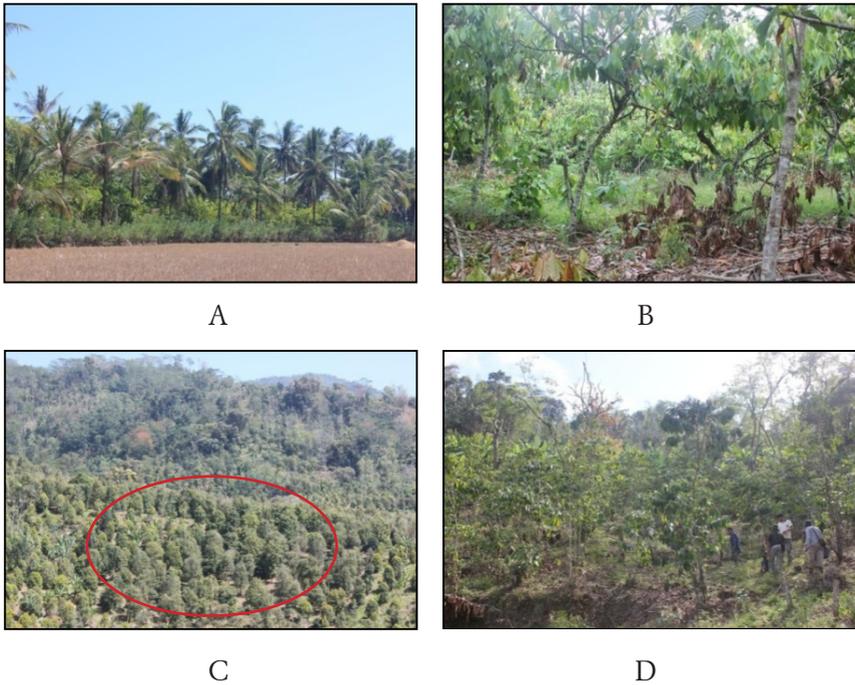
cengkeh, 4) agroforestri kelapa, dan 5) Kebun campuran dan agroforestri gmelina.

Dalam analisis luasan area, agroforestri coklat dan kopi digabung menjadi satu sistem, karena berdasarkan citra satelit dan informasi sebelumnya kedua sistem penggunaan lahan tersebut ditemukan pada lokasi yang sama. Meskipun demikian, berdasarkan pengamatan langsung di lapangan diketahui ada perbedaan. Pada bagian hulu DAS, kopi dan coklat ditemukan dalam lahan yang sama, sedangkan di bagian tengah dan hilir, area yang diidentifikasi sebagai agroforestri coklat-kopi ternyata berupa agroforestri kopi, yang terdiri dari tanaman kopi, langsung sengon dan suren.



Gambar 2. Peta sistem penggunaan lahan DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan

Berdasarkan posisi dalam DAS Balangtieng (Gambar 2), SPL yang ditemukan di lapangan dikelompokkan menjadi lima yaitu: 1) bagian bawah/hilir DAS umumnya ditemukan agroforestri kelapa (monokultur, sederhana dan multistrata), 2) bagian bawah dan tengah ditemukan agroforestri coklat multistrata, kebun campuran dan karet monokultur, 3) bagian tengah DAS ditemukan agroforestri jambu mete (sederhana) dan gmelina (sederhana), 4) bagian tengah dan atas DAS ditemukan agroforestri coklat sederhana dan cengkeh multistrata, dan 5) bagian atas DAS ditemukan agroforestri cengkeh sederhana, agroforestri kopi sederhana, hutan sekunder (bekas tebangan) dan hutan tidak terganggu (Siarudin et al., 2014).



Gambar 3. Sistem kelapa (A) yang banyak terdapat di DAS bagian hilir; sistem coklat di DAS bagian tengah (B); sistem cengkeh (C) dan kopi (D) yang banyak terdapat di daerah DAS bagian hulu

(sumber: Siarudin et al., 2014)

Tabel 2. menunjukkan sistem penggunaan lahan agroforestri di DAS Balangtieng

No	SPL	Sub-SPL	Posisi dalam DAS
Sistem AF coklat-kopi		AF sederhana kopi	Hulu
		AF sederhana coklat	Tengah dan hulu
		AF kompleks coklat	Hilir dan tengah
Sistem AF jambu mete		AF sederhana jambu mete	Tengah
Sistem AF cengkeh		AF sederhana cengkeh	Hulu
		AF kompleks cengkeh	Hulu dan tengah

No	SPL	Sub-SPL	Posisi dalam DAS
	Sistem AF kelapa	AF sederhana kelapa AF kompleks kelapa	Hilir Hilir
	Sistem kebun campuran		Tengah dan hilir

Keterangan:

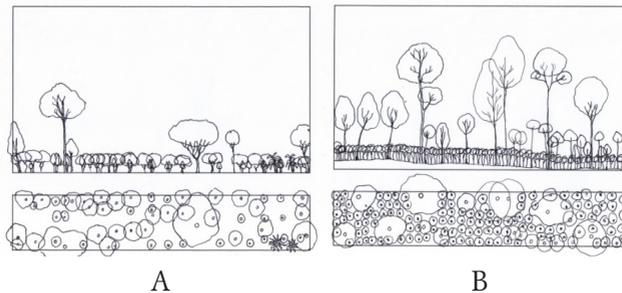
SPL = Sistem Penggunaan Lahan;

AF = agroforestri;

* mempertimbangkan keterwakilan tegakan umur muda, sedang dan tua

(sumber: Siarudin et al., 2015)

Dua sistem agroforestri yaitu agroforestri coklat dan kopi mendominasi sistem penggunaan lahan di DAS Balangtieng. Coklat (*Theobroma cacao*) merupakan komoditi perkebunan utama Kabupaten Bulukumba dengan kapasitas produksi pada tahun 2014 mencapai 4.881 ton (BPS Kabupaten Bulukumba, 2015). Pada agroforestri coklat (Gambar 4.A) selain coklat sebagai tanaman utama, jenis tanaman yang paling banyak ditemukan adalah kopi (*Coffea spp*) dan aren (*Arenga pinnata*).



Gambar 4. Diagram profil tegakan pada sistem agroforestri coklat (A) dan kopi (B)

(Siarudin et al., 2016)

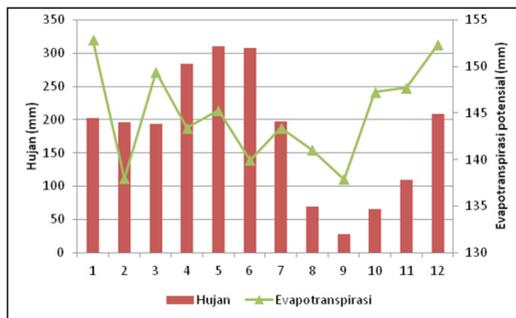
Sedangkan pada agroforestri kopi (Gambar 9.B), selain kopi ditemukan beberapa jenis tanaman seperti tanaman penghasil buah (langsak/*Lansium domesticum*), dan pohon penghasil kayu seperti sengon (*Paraserianthes falcaria*) dan suren (*Toona sureni*). Disamping itu pada beberapa tingkat

pertumbuhan masih dijumpai beberapa jenis pohon asli hutan alam setempat seperti donri, biti (*Vitex coffasus*), ganitri (*Elaeocarpus ganitrus*) dan bakam kampung. Hal ini menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi yang dikembangkan oleh masyarakat disekitar DAS Balangtieng masih mengakomodasi kepentingan konservasi pada lahan milik yang menjadi zona penyangga hutan lindung setempat (Siarudin et al, 2016).

3. Keadaan Iklim Balangtieng

Sebagian besar DAS Balangtieng berdasarkan klasifikasi iklim menurut Mohr (1993) termasuk golongan daerah agak basah (golongan II), tetapi berdasarkan klasifikasi Schmidt-Ferguson (1951) termasuk golongan B (basah) (Siarudin et al., 2014).

Berdasarkan data curah hujan tahun 1990 - 2010 dan data dari stasiun pengamatan cuaca Matajang tahun 1990 - 2010, curah hujan tahunan di DAS Balangtieng bervariasi antara 1.581 - 5.032 mm per tahun dengan rata-rata 2.270 mm per tahun. Curah hujan harian berkisar antara 56 - 151 mm per hari. Perbedaan kondisi musim basah dan musim kering jelas, 75% musim basah terjadi antara Bulan November sampai Juli, sedangkan musim kering terjadi antara Bulan Agustus-Oktober. Potensi evapotranspirasi rata-rata (*evapotranspiration*) sebesar 1.739 mm per tahun (Siarudin et al., 2014).



Gambar 5. Curah hujan rata-rata bulanan dan nilai dugaan evapotranspirasi potensial di DAS Balangtieng (Sumber: Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Kabupaten. Bulukumba)

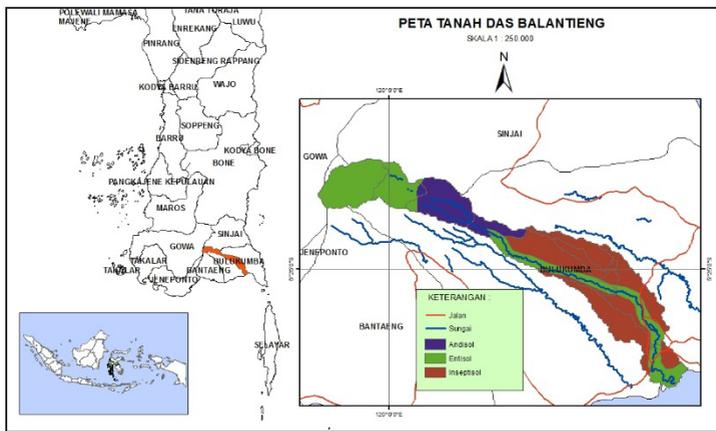
4. Jenis Tanah Balangtieng

Jenis tanah di DAS Balangtieng terdiri atas 3 ordo, yaitu Inseptisol, Entisol dan Andisol, yang didominasi oleh Inseptisol dan Entisol (Tabel 3.). Andisol umumnya ditemukan di daerah hulu, Entisol di tengah dan Inseptisol di hilir (Gambar 6). Order tanah Inseptisol tergolong tanah muda yang mengalami tahap perkembangan lebih lanjut. Jenis Inseptisol dicirikan oleh adanya perkembangan pencucian hara dan liat pada lapisan atas dan penimbunan bahan-bahan tersebut pada lapisan bawah yang belum intensif, sehingga tanah-tanah ini tergolong relatif subur (Puslitanak, 2000).

Tabel 3. Luasan area berdasarkan ordo tanah di DAS Balangtieng

No	Ordo	Luas	
		Km ²	%
1	Andisol	31,52	15,58
2	Entisol	82,35	40,70
3	Inseptisol	88,48	43,73
Jumlah		202,35	100

Sumber: Siarudin et al, (2014)



Gambar 6. Sebaran jenis tanah di DAS Balangtieng

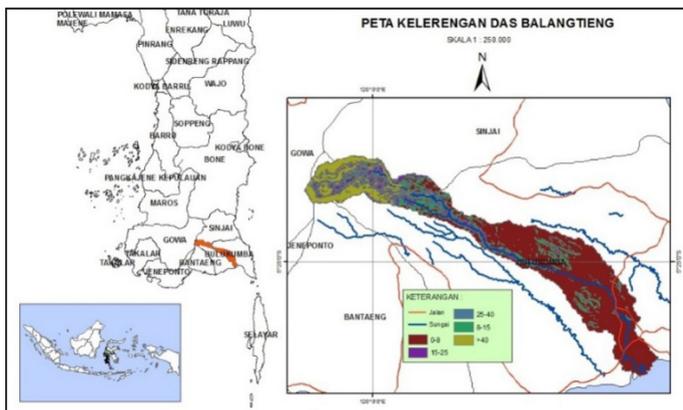
5. Keadaan kemiringan lereng Balangtieng

Kelas kelerengan DAS Balangtieng beragam, dari kelas I sampai V. Kelas I menempati wilayah paling luas yaitu 60,93 % dari luas DAS, diikuti kelas II sebesar 13,2 %, kelas V sebesar 11,83 %, kelas III sebesar 7,55 % dan kelas IV sebesar 6,49 % (Tabel 4). Sebaran posisi kemiringan lereng disajikan pada Gambar 5.

Tabel 4. Luasan area berdasarkan kelas kemiringan lereng di DAS Balangtieng

No	Kemiringan (%)	Kelas	Keterangan	Luas	
				Km ²	%
1	0 - 8	I	Datar - berombak	123,3	60,9
2	8-15	II	Berombak - bergelombang	26,7	13,2
3	15-25	III	Bergelombang- berbukit	15,3	7,6
4	25-40	IV	Berbukit - bergunung	13,1	6,5
5	> 40	V	Bergunung curam	23,9	11,8
Jumlah				202,4	100

Sumber: Siarudin et al. (2014)



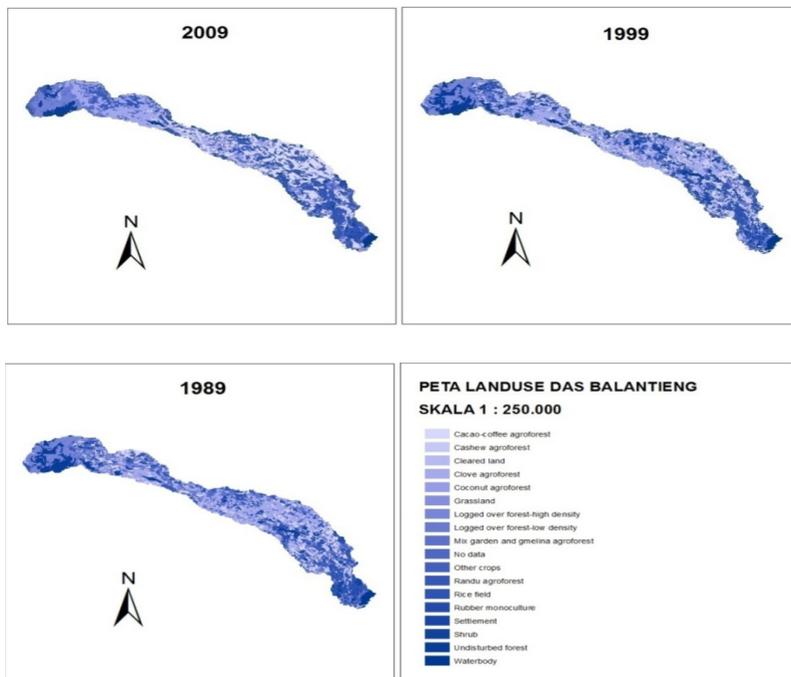
Gambar 7. Sebaran posisi kemiringan lereng DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan

Analisis perubahan penggunaan lahan di DAS Balangtieng diperoleh dengan membandingkan data luas masing-masing tutupan lahan yang tersedia tahun 1989, 1999 dan 2009 (Tabel 5). Pada peta tutupan lahan tahun 1989, kondisi dan situasi tutupan lahan hutan di DAS Balangtieng adalah sekitar 20,4 %, namun kemudian tampak terjadi deforestasi hingga tahun 2009. Laju deforestasi terjadi cukup besar pada tahun 1999 - 2009 dengan penurunan luas hutan tak terganggu hingga hampir 1.000 ha.

Tabel 5. Luas tutupan lahan DAS Balangtieng Tahun 1989, 1999 dan 2009

No	Sistem Penggunaan Lahan	1989		1999		2009	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
1	Agroforestri Coklat-kopi	1.783,3	8,8	1.949,4	9,6	4.294,9	21,2
2	Agroforestri Mete	1.269,2	6,3	1.062,4	5,3	249,1	1,2
3	Agroforestri Cengkeh	4.269,5	21,1	3.940,3	19,3	3.446,2	17,0
4	Agroforestri Kelapa	529,5	2,6	933,5	4,6	610,9	3,0
5	Padang rumput	236,5	1,2	462,6	2,3	636,7	3,2
6	Tanah kosong	202,5	1,0	434,8	2,2	48,6	0,2
7	Hutan sekunder - kerapatan tinggi	1.653,4	8,2	1.439,3	7,1	1.123,8	5,6
8	Hutan sekunder - kerapatan sedang	839,1	4,2	829,5	4,1	344,7	1,7
9	Kebun campur dan Agroforestri gmelina	2.663,7	13,2	1.968,3	9,7	2.760,3	13,6
10	Tidak ada data	7,8	0,04	7,8	0,04	7,8	0,04
11	Tanaman lain	596,0	2,9	612,2	3,0	1.674,0	8,3
12	Sawah	3.399,1	16,8	3.673,0	18,2	3.516,7	17,4
13	Karet monokultur	79,4	0,4	79,7	0,4	97,4	0,5
14	Agroforestri Randu	100,7	0,5	168,1	0,8	0,0	-
15	Bangunan tempat tinggal	127,0	0,6	203,4	1,0	511,6	2,5
16	Semak belukar	588,3	2,9	619,4	3,1	43,8	0,2
17	Hutan tak terganggu	1.633,4	8,1	1.594,8	7,9	611,9	3,0
18	Tubuh air	257,7	1,3	257,7	1,3	257,7	1,3
Total		20.235,9	100,00	20.235,9	100,00	20.235,9	100,0

Pada tutupan lahan agroforestri, terutama agroforestry coklat-kopi, terjadi peningkatan yang cukup luas sekitar 12,4 % selama periode 20 tahun (Gambar 8). Pada periode tahun 1999 - 2009 terjadi peningkatan tipe kebun campuran dan agroforestri Gmelina. Sedangkan areal lahan pertanian sawah yang semula terjadi kenaikan pada periode tahun 1989 - 1999 sebesar 1,35 %, namun pada periode tahun 1999-2009 terjadi penurunan sebesar 0,77 %. Salah satu yang menarik adalah agroforestri randu. Sistem ini ditemukan pada 1989 dan 1999, tetapi tidak ditemukan dalam hamparan yang luas pada tahun 2009. Hanya ditemukan dalam spot-spot kecil yang terpisah dan umumnya terletak pada kebun campuran.



Gambar 8. Peta Tutupan Lahan DAS Balantieng

Komoditas coklat dan kopi merupakan komoditas unggulan pada masa ini, sehingga masyarakat sangat antusias menanam coklat dan kopi. Sementara itu, luasan agroforestri jambu mete (Gambar 9) mengalami penurunan yang cukup tajam, yaitu dari 1.269 ha pada tahun 1989 menjadi

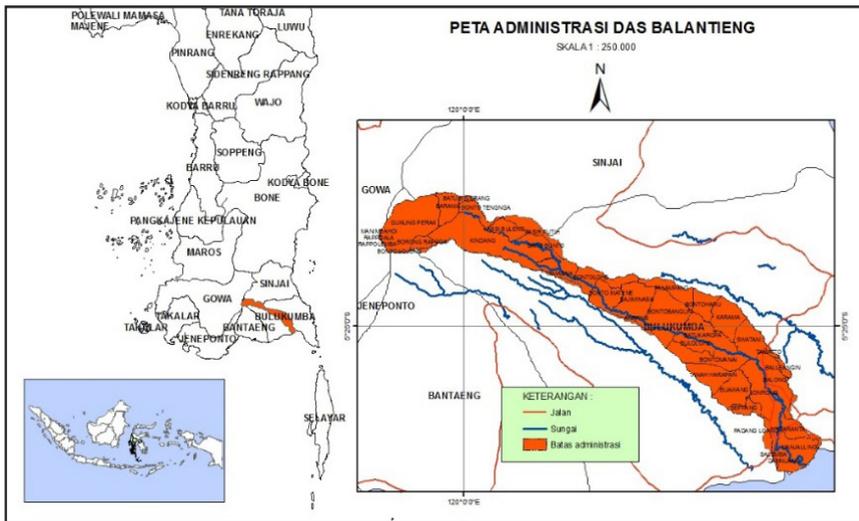
hanya 249 ha pada tahun 2009. Menurunnya profitabilitas dan kendala produksi menyebabkan masyarakat merubah lahannya menjadi SPL lain yang dianggap lebih menguntungkan. Demikian juga dengan luas hutan tidak terganggu, yang menurun drastis dari 1.633 ha (8,1%) pada 1989 menjadi hanya sekitar 612 ha (3,0%) pada 2009. Perubahan jumlah ini diduga karena hutan tidak terganggu dikonversi menjadi perkebunan coklat dan kopi, atau kombinasinya.



Gambar 9. Sistem jambu mete

B. Kondisi Sosial Balangtieng

Secara administratif, DAS Balangtieng berada di empat kabupaten, yaitu Bantaeng, Bulukumba, Gowa dan Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 6).Balangtieng

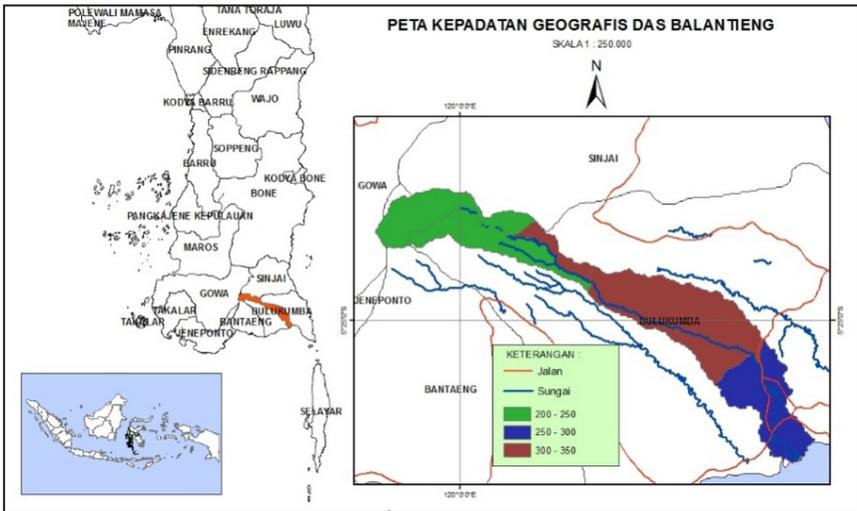


Gambar 10. Peta administrasi DAS Balantieng, Sulawesi Selatan

Di Kabupaten Bantaeng terdapat satu kecamatan dan 1 desa berada dalam wilayah DAS Balantieng, di Kabupaten Bulukumba terdapat 3 kecamatan (28 desa) di Kabupaten Gowa terdapat satu kecamatan dan 1 desa dan Balantieng di Kabupaten Sinjai terdapat satu kecamatan dan 5 desa dengan luasan bervariasi antar desa (Lampiran 1).

Kepadatan geografis mencerminkan jumlah penduduk yang mendiami suatu wilayah. Pada perhitungan kepadatan penduduk geografis dilakukan faktor koreksi luasan wilayah administrasi yang masuk dalam DAS Balantieng dengan luasan wilayah administrasi sebenarnya.

Gambar 11 menyajikan sebaran spasial kepadatan geografis pada DAS Balantieng. Kepadatan penduduk yang tinggi berada di bagian Balantieng tengah dan hilir DAS.



Gambar 11. Peta kepadatan penduduk geografis DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan (Satuan: Jiwa / km²)

Penduduk Kabupaten Bulukumba tahun 2011 berjumlah 398.531 jiwa, sebanyak 211.092 jiwa perempuan dan 187.439 jiwa laki-laki. Kepadatan penduduk Kabupaten Bulukumba pada tahun 2011 yaitu 345 orang per km² dan luas tutupan hutan 8.471,5 ha atau 67,5% dari total luas daratan. Jumlah angkatan kerja sebanyak 169.567 jiwa, dengan mayoritas bekerja pada sektor pertanian (58,5%), disusul perdagangan, rumah makan, dan hotel (14,4%), jasa kemasyarakatan (10,5%), industri pengolahan (8,2%) dan lain-lain (8,3%) (BPS Kabupaten Bulukumba, 2012).

IV. KESIMPULAN

DAS Balangtieng seluas sekitar 180,5 km², berada di Kabupaten Bantaeng, Bulukumba, Gowa dan Sinjai, Sulawesi Selatan. Balangtieng bagian terluas berada di hulu DAS yaitu sekitar 69,6 km² dengan panjang sungai utama 17,06 km. DAS Balangtieng didominasi oleh topografi dengan kemiringan lereng kelas datar - berombak (0-8%) yang tersebar di bagian tengah dan hilir. Tanah ordo Inseptisol mendominasi DAS di bagian hilir. Teridentifikasi 18 kelas tutupan lahan Balangtieng yang terdiri dari 17 sistem penggunaan lahan dan 1 tutupan lahan berupa badan air. Dari 17 sistem penggunaan lahan yang ditemukan Balangtieng, lima sistem penggunaan lahan yang paling umum adalah agroforestri coklat - kopi, agroforestri jambu mete, agroforestri kelapa, agroforestri cengkeh dan kebun campur - agroforestri gmelina. Agroforestri coklat - kopi adalah sistem penggunaan lahan yang paling berkembang Balangtieng pada tahun 2009 yang mencapai 21% dari total luasan DAS. Selama periode 1989 - 2009, alih guna lahan yang paling umum Balangtieng adalah hutan tidak terganggu dan agroforestri jambu mete menjadi agroforestri coklat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bulukumba. (2015). *Bulukumba Dalam Angka 2015*. Bulukumba.
- Becerra, E. H. (1995). *Monitoring and Evaluation of watershed Management Project Achievements*. Rome.
- Departemen Kehutanan. Surat Keputusan Menteri Kehutanan No: 52/kpts-II/2001 tentang pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan DAS (2001). Jakarta.
- Harto, S. (2000). *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Manan, S. (1985). Peranan Hidrologi Hutan dan Pengelolaan DAS. In *Lokakarya Pengelolaan DAS Terpadu*. Yogyakarta: Departemen Kehutanan-Universitas Gajah Mada.
- Pawitan, H. (2004). Aplikasi Model Erosi dalam Perpektif Pengelolaan Derah Aliran Sungai. In *Seminar Degradasi Laban dan Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia*. Departemen Kehutanan-Universitas Gajah Mada.
- Siarudin, M; Junaidi, E; Indrajaya, Y; Widiyanto, A; Lusiana, B dan Khasanah, N. (2015). Kontribusi Sistem Agroforestry Pada Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah di DAS Balangtieng, Bulukumba, Sulawesi Selatan. In *Prosiding Seminar Nasional Restorasi DAS : Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim* (pp. 766-774).
- Siarudin, M., Junaidi, E., Widiyanto, A., Indrajaya, Y., Tanika, L., Lusiana, B., & Roshetko, J. M. (2014). *Kuantifikasi jasa lingkungan air dan karbon pola agroforestri pada hutan rakyat di wilayah sungai Jeneberang*. Bogor.

- Siarudin, M., Winara, A., Indrajaya, Y., Badrunasar, A., & Rahayu, S. (2016). *Keanekaragaman Hayati Jenis Pohon Pada Hutan Rakyat Agroforestri Di DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan*. Bogor.
- Sinukaban, N. (2007). *Konservasi Tanah dan Air Kunci Pembangunan Berkelanjutan: Pengembangan DAS dengan Tebu sebagai Tanaman Konservasi*. Jakarta: Direktorat Jenderal RLPS.

Lampiran 1. Luas masing-masing desa di empat kabupaten yang berada dalam wilayah DAS Balangtieng

No	Kabupaten	Kecamatan	Desa	Luas (Km2)
1	Bantaeng	Bissapu	Bonto Maran- nu	1,00
2	Bulukumba	Bulukumba	Baji Minasa	4,78
3	Bulukumba	Bulukumba	Balang Taroang	1,14
4	Bulukumba	Bulukumba	Batu Karopa	6,52
5	Bulukumba	Bulukumba	Bonto Bangun	4,65
6	Bulukumba	Bulukumba	Bonto Bulaeng	0,06
7	Bulukumba	Bulukumba	Bonto Matene	2,33
8	Bulukumba	Bulukumba	Bontoharu	3,03
9	Bulukumba	Bulukumba	Bontolohe	7,52
10	Bulukumba	Bulukumba	Bontomanai	3,72
11	Bulukumba	Bulukumba	Bulo_Bulo	4,18
12	Bulukumba	Bulukumba	Desa Baru	22,31
13	Bulukumba	Bulukumba	Karama	8,09
14	Bulukumba	Bulukumba	Palampang	3,59
15	Bulukumba	Bulukumba	Salassae	5,23
16	Bulukumba	Bulukumba	Sapo Bonto	5,20
17	Bulukumba	Gantarang Kin- dang	Borong Rap- poa	7,47
18	Bulukumba	Gantarang Kin- dang	Kindang	35,95
19	Bulukumba	Gantarang Kin- dang	Tamaona	1,73
20	Bulukumba	Ujung Bulu	Balleangin	14,77
21	Bulukumba	Ujung Bulu	Balong	4,05
22	Bulukumba	Ujung Bulu	Dannuang	2,89
23	Bulukumba	Ujung Bulu	Desa Baru	0,10
24	Bulukumba	Ujung Bulu	Garanta	8,68

No	Kabupaten	Kecamatan	Desa	Luas (Km ²)
25	Bulukumba	Ujung Bulu	Lonrong	9,61
26	Bulukumba	Ujung Bulu	Manjalling	5,22
27	Bulukumba	Ujung Bulu	Manyampa	4,29
28	Bulukumba	Ujung Bulu	Padang Loang	2,52
29	Bulukumba	Ujung Bulu	Sepang	0,90
30	Gowa	Tompobulu	Rappoala	1,21
31	Sinjai	Sinjai Barat	Barania	3,10
32	Sinjai	Sinjai Barat	Batu Belerang	4,20
33	Sinjai	Sinjai Barat	Gunung Perak	0,38
34	Sinjai	Sinjai Barat	Kassi Buleng	9,59
35	Sinjai	Sinjai Barat	Pasir Putih	1,60

Pengaruh Agroforestri di Hulu, Tengah dan Hilir DAS Balangtieng terhadap Kondisi Hidrologi

Edy Junaidi

ABSTRAK

Fenomena keberadaan penggunaan lahan khususnya sistem agroforestri (meliputi 56,14% luas wilayah) yang terjadi di DAS Balangtieng akan mempengaruhi kondisi hidrologi DAS, baik bagian hulu, tengah dan hilir. Penelitian ini bertujuan mengkaji dampak keberadaan sistem agroforestri di hulu, tengah dan hilir terhadap kondisi hidrologi DAS Balangtieng dengan menggunakan model GenRiver (Generic River Flow). Hasil analisis menunjukkan dominasi tutupan dan penggunaan lahan agroforestry (sekitar 35,42 % dari luas DAS) yang terjadi di bagian hulu tidak mempengaruhi kondisi hidrologi DAS (Nilai Kapasitas penyangga debit masih cukup baik di atas 0,7 dengan nilai fraksi aliran permukaan masih rendah yaitu 0,15 dan nilai fraksi aliran dasar lumayan baik 0,4). Untuk kondisi hidrologi DAS bagian tengah di mana luasan tutupan dan penggunaan lahan agroforestry mencapai sekitar 48,37% dari total luas DAS, perlu diwaspadai karena terjadi peningkatan sumbangan debit yang berasal dari aliran permukaan (nilai fraksi aliran permukaan naik 0,3 dan fraksi aliran dasar turun 0,3). Pada DAS Balangtieng bagian hilir (tutupan lahan agroforestry sekitar 29,82% dari luas DAS), kondisi hidrologi DAS kurang baik, dengan semakin tingginya sumbangan debit yang berasal dari aliran permukaan (nilai fraksi aliran permukaan cukup tinggi yaitu 0,4) yang berkorelasi positif dan sumbangan debit yang berasal dari aliran dasar (berkorelasi negative nilai fraksi aliran dasar cukup rendah yaitu 0,2) dengan kenaikan hujan dan debit. Peningkatan dominasi penggunaan lahan agroforestri

yang terjadi pada bagian hulu dan tengah tidak mempengaruhi kondisi hidrologi DAS. Pada DAS bagian hilir di mana dominasi penggunaan lahan agroforestrinya makin berkurang, kondisi hidrologinya mengalami gangguan. Oleh karena itu, pada DAS dengan tekanan penduduk tinggi sangat perlu untuk mempertahankan keberadaan penggunaan lahan agroforestri.

Kata kunci : Agroforestri, DAS, Hidrologi

I. PENDAHULUAN

Pembangunan nasional yang semakin berkembang dalam dekade terakhir memberikan perubahan besar terhadap bentang lahan, termasuk perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang berdampak langsung pada kehidupan sosial ekonomi masyarakat. Di sisi lain, perubahan tutupan dan penggunaan lahan juga berdampak terhadap perubahan fungsi lingkungan karena adanya perubahan ekosistem di Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu fungsi lingkungan yang terkena dampak adalah fungsi hidrologi yang mencakup pengaturan aliran air permukaan, sedimen dan konsentrasi nutrisi (Fukunaga, Cecilio, Zanetti, Oliveira, & Caiado, 2015; Qi & Altinakar, 2011; Smettem & Harper, 2009).

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang terjadi di beberapa DAS di Indonesia menyebabkan perubahan terhadap fungsi hidrologi DAS dan berdampak pada meningkatnya frekuensi kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan. Berdasarkan, kejadian-kejadian tersebut maka perencanaan penggunaan lahan sebagai bagian dari pengelolaan DAS sangat diperlukan untuk menjaga fungsi hidrologi DAS, mengurangi kejadian banjir, kekeringan dan sedimentasi. Keberadaan tutupan lahan bervegetasi pohon dapat mengatur keseimbangan air dan kualitas air (Bormann, Breuer, Gräff, & Huisman, 2007; Lin, Chang, Tan, Lee, & Chiu, 2011; Mahmoud, Gupta, & Rajagopal, 2011; Shi, Ai, Fang, & Zhu, 2012; Wheeler & Evans, 2009; Zampella, Procopio, Lathrop, & Dow, 2007; Zhang, Zhang, Zhao, Rustomji, & Hairsine, 2008).

Agroforestri merupakan bentuk tutupan lahan yang terdiri dari campuran tanaman keras (pepohonan atau semak) dengan atau tanpa tanaman semusim dan ternak dalam satu bidang lahan. Komposisi tanaman yang beragam pada *agroforestri* menyebabkan *agroforestri* memiliki fungsi dan peran yang lebih dekat kepada tutupan hutan dibandingkan dengan pertanian, perkebunan dan lahan kosong (Edy Junaidi & Handayani, 2016).

Dalam dekade terakhir, perubahan tutupan dan penggunaan terjadi di DAS Balangtieng, yang merupakan salah satu DAS di Wilayah Sungai (WS) Jeneberang, Sulawesi Selatan. Hasil analisa citra landsat tahun 1989 – 2009 menunjukkan terjadinya perubahan tutupan dan penggunaan lahan dari hutan tidak terganggu dan agroforestri jambu mete menjadi agro-

forestri coklat (Bab 1 buku ini). Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang berkembang di DAS Balangtieng hingga mencapai 56,14% dari total wilayah DAS (Siarudin, et al., 2014). Agroforestri yang berkembang di DAS Balangtieng antara tahun 1989 – 2009 adalah: coklat-kopi, kelapa, jambu mete, cengkeh, randu dan kebun campuran dan gmelina (E. Junaidi, Siarudin, Indrajaya, & Widiyanto, 2016).

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang menunjukkan perkembangan sistem agroforestri pada bagian hulu, tengah dan hilir DAS ini diduga berpengaruh terhadap kondisi hidrologis pada DAS tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak perubahan tutupan dan penggunaan lahan di DAS Balangtieng terhadap fungsi hidrologi DAS, khususnya neraca air.

II. METODE PENELITIAN

Pendugaan perubahan kondisi hidrologi DAS sebagai akibat perkembangan agroforestri selama antara 1989 – 2009 dilakukan dengan menggunakan model GenRiver (*Generic River Flow*). Model yang dikembangkan oleh ICRAF Asia Tenggara ini, merupakan salah satu model hidrologi *semi distributed* untuk mensimulasikan kondisi neraca air suatu DAS akibat adanya perubahan tutupan dan penggunaan lahan (Farida & van Noordwijk, 2004; Meine van Noordwijk, Farida, Suyamto, & Khasanah, 2003; M Van Noordwijk et al., 2011). Model ini menghitung neraca air yang ada pada tingkat bentang lahan, yang bersumber dari hujan tingkat lokal, dimodifikasi berdasarkan tutupan lahan dan perubahannya dan karakter jenis tanah. Hasil dari model skala bentang lahan ini adalah neraca air dengan komponen penyumbang debit sungai berupa aliran permukaan, aliran cepat dan aliran lambat (Van Noordwijk *et al*, 2011).

Pelaksanaan kajian dengan menggunakan model GenRiver meliputi 3 (tiga) tahapan, yaitu:

1. Persiapan dan pemrosesan data

Sebagian besar data utama yang diperlukan untuk mengetahui dampak perubahan tutupan lahan terhadap neraca air dengan model GenRiver adalah data sekunder, yaitu data iklim (curah hujan dan potensial evapotranspirasi), data hidrologi (debit sungai) dan data spasial (jaringan

sungai, tutupan lahan dan jenis tanah). Data sekunder yang digunakan dalam kajian ini beserta informasi sumbernya, periode waktu dan tahun ketersediaan dari masing-masing data disajikan dalam Tabel 1. Selain data sekunder, sebagai data pendukung dilakukan pengambilan contoh tanah untuk analisis tekstur, kandungan bahan organik dan berat isi tanah.

Tabel 1. Data sekunder yang sudah dikumpulkan yang digunakan sebagai *input* model GenRiver

Jenis Data		Tipe data	Tahun	Stasiun	Sumber
Iklim	Curah hujan	Harian	1990-2010	St. Bonto Ngiling	BMKG
		Harian	1990-2010	St. Bulu-bulu Galung	BMKG
		Harian	1990-2010	St. Onto	BMKG
		Harian	1990-2010	St. Padang Loang	BMKG
	Suhu		1993-2011	St. Matajang	BMKG
	Potensial evapotranspirasi	Harian			BMKG
Hidrologi	Debit	Harian	1990-2010	St. Bonto Manai	Dinas Pekerjaan umum
Spasial	DEM ¹⁾				ICRAF
	Tutupan lahan				ICRAF
	Jenis tanah				ICRAF

Keterangan : 1) Digunakan untuk menentukan batas DAS, sub DAS, luas sub DAS dan panjang aliran

Sumber : E. Junaidi et al. (2016); Edy Junaidi et al. (2014); Siarudin et al. (2014)

Karakteristik DAS yang meliputi batas sub-DAS, saluran drainase, jarak (panjang anak sungai sampai ke sungai utama), sebaran tutupan lahan dan jenis tanah pada tiap sub DAS diproses pada tahapan ini, dengan bantuan *arcHydro*. Dengan menggunakan bantuan perangkat *arcHydro*, data DEM dianalisa untuk menentukan karakteristik DAS yang meliputi batas

DAS, sub-DAS, luas DAS dan jarak aliran (panjang anak sungai sampai ke sungai utama). Dua tahapan penting untuk mengetahui karakteristik DAS yaitu *Terrain processing* dan *watershed processing*. Tujuan utama dilakukan proses ini adalah untuk mendeliniasi batas DAS dan batas sub DAS, serta menentukan titik *centroid* masing-masing sub DAS. Selanjutnya, pada masing-masing sub DAS dapat diketahui sebaran penggunaan lahan, jenis tanah dan panjang aliran (Junaidi et al., 2014).

2. Kalibrasi dan validasi model

Kalibrasi dan validasi model bertujuan untuk mendapatkan nilai debit hasil simulasi model yang mendekati nilai debit hasil pengukuran (Kobold, Suselj, Polajnar, & Pogacnik, 2008). Pada proses kalibrasi dan validasi, dilakukan perubahan terhadap beberapa nilai parameter untuk mendapatkan nilai debit hasil simulasi mendekati nilai debit hasil pengukuran. Pada model GenRiver terdapat 13 parameter yang harus dikalibrasi (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter-parameter yang digunakan dalam GenRiver

No.	Parameter	Keterangan
1.	RainInterceptDriprt	Kecepatan intersepsi hujan
2.	RainMaxIntDripDur	Lamanya intersepsi hujan
3.	InterceptEffectontrans	Efek intersepsi hujan pada transpirasi
4.	RainIntensMean	Intensitas curah hujan rata-rata
5.	RainIntensCoefVar	Koefisien variasi intensitas hujan
6.	MaxInfRate	Kapasitas infiltrasi maksimum per unit i
7.	MaxiIfSubsoil	Kapasitas infiltrasi maksimum per unit i
8.	PerFracMultiplier	Drainase air tanah harian sebagai fraksi pelepasan air tanah
9.	MaxDynGrWatStore	Kapasitas penyimpanan air tanah dinamis
10.	GWReleaseFracVar	Pilihan untuk penentuan fraksi pelepasan air tanah yang konstan untuk masing-masing sub area atau menggunakan nilai tunggal untuk keseluruhan tangkapan

No.	Parameter	Keterangan
11.	Turtoisity	Faktor bentuk aliran
12.	Dispersa Factor	Kepadatan drainase
13.	River Velocity	Kecepatan aliran sungai

Hasil analisis konsistensi pasangan data hujan - debit sungai dan kestabilan kualitas data debit sungai periode tahun 1989 - 2009 menunjukkan bahwa hasil pasangan data hujan-data debit tahun 1995 dan 1999 adalah data yang paling baik (E. Junaidi et al., 2016; Siarudin et al., 2014). Oleh karena itu, kalibrasi dilakukan dengan data tahun 1995 dan validasi model dijalankan dengan data tahun 1999.

Kriteria statistik yang digunakan dalam kalibrasi dan validasi model adalah koefisien *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), koefisien korelasi (r) dan koefisien bias. Nilai koefisien NSE menggambarkan nilai ketepatan perbandingan antara debit hasil simulasi dengan debit pengukuran. Sebaran nilai NSE adalah $(-\infty, 1)$, nilai 1 berarti debit hasil simulasi mendekati debit hasil pengukuran (Moriassi, 2007). Nilai r menggambarkan kemiripan nilai antara debit hasil simulasi dengan debit pengamatan. Nilai koefisien bias menggambarkan selisih volume antara debit hasil simulasi dengan debit pengamatan. Nilai minimal statistik yang dapat menunjukkan bahwa model dapat diterima dan dapat digunakan untuk mensimulasikan neraca air DAS yaitu, $NSE \geq 0.5$, $bias \leq 25\%$ dan $r \geq 0,6$ (Junaidi et al., 2016).

3. Penilaian *output* model terhadap kondisi hidrologi

Analisis dilakukan secara deskriptif sederhana dalam bentuk tabel dan grafik dilakukan untuk menilai kondisi hidrologi dengan membandingkan hasil *output* model berupa: (1) neraca air (*run off*, *soil quick flow* dan *base flow*) dan (2) *buffering indicator* (pengaliran air, indikator daya penyangga DAS dan pelepasan aliran secara bertahap) pada masing-masing sub DAS (hulu, tengah dan hilir) untuk periode waktu tahun 1989 - 2009.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalibrasi dan Validasi Model Hidrologi

Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan data debit hasil pengamatan dan simulasi untuk tahun 1995. Hasil kalibrasi dengan menggunakan data curah hujan-debit tahun 1995 menunjukkan nilai bias, NSE dan r secara berturut-turut 17,36%, 0,51 dan 0,89. Ketiga nilai parameter statistik berada pada nilai yang dapat diterima, yaitu, $NSE \geq 0,5$, bias $\leq 25\%$ dan $r \geq 0,6$. Hasil kalibrasi dengan kisaran nilai tersebut digunakan untuk nilai *input* parameter (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter model GenRiver yang digunakan pada analisis DAS Balangtieng

Parameter*)	Nilai Model	Nilai akhir	Satuan
RainMaxIntDripDur (i)	0,5	4,5	mm
InterceptEffectontrans(i)	0,8	0,03	mm
RainIntensMean	30	30	mm per hari
RainIntensCoefVar	0,3	0,27	-
MaxInfRate (i)	720	600	mm per hari
MaxInfSubsoil (i)	120	200	mm per hari
PerFracMultiplier (i)	0,1	0,18	-
MaxDynGrWatStore (i)	300	100	mm
GWReleaseFracVar (i)	0,1	0,17	-
Tortuosity (i)	0,5	0,33	-
Dispersal Factor (i)	0,5	0,2	-
River Velocity (i)	0,4	0,28	m per detik

*) Definisi masing-masing parameter mengacu pada manual model GenRiver (van Noordwijk et al., 2012)

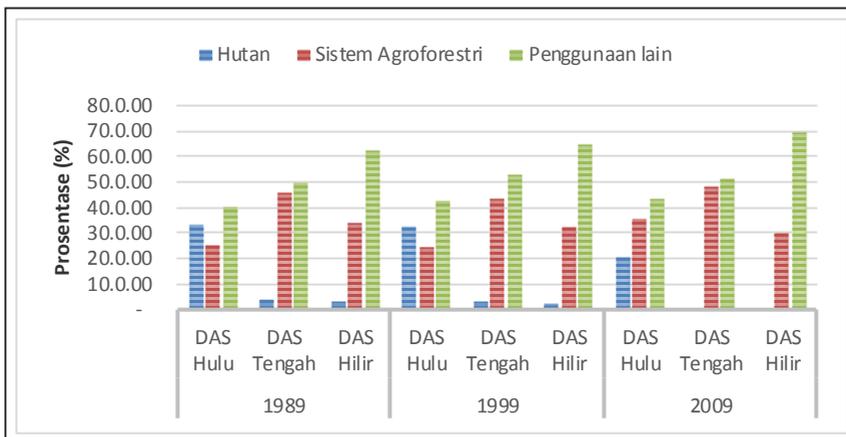
Sumber : Junaidi et al., 2016; Siarudin et al., 2014

Hasil validasi dengan menggunakan data curah hujan-debit tahun 1999, menunjukkan nilai bias, NSE dan r secara berturut-turut 10,22 %, 0,85 dan 0,95. Ketiga nilai parameter statistik berada pada nilai yang dapat diterima, yaitu, $NSE \geq 0,5$, bias $\leq 25\%$ dan $r \geq 0,6$ (E. Junaidi et al., 2016).

B. Kondisi Hidrologi DAS Balangtieng

1. Neraca air

Dalam kurun waktu 21 tahun, yaitu antara tahun 1989 - 2009, tutupan lahan agroforestri di DAS Balangtieng mencapai sekitar 56,14% (Gambar 1). Pada periode tersebut, sistem penggunaan lahan agroforestri adalah tutupan lahan yang paling berkembang luasannya bila dibandingkan dengan tutupan lahan lainnya.

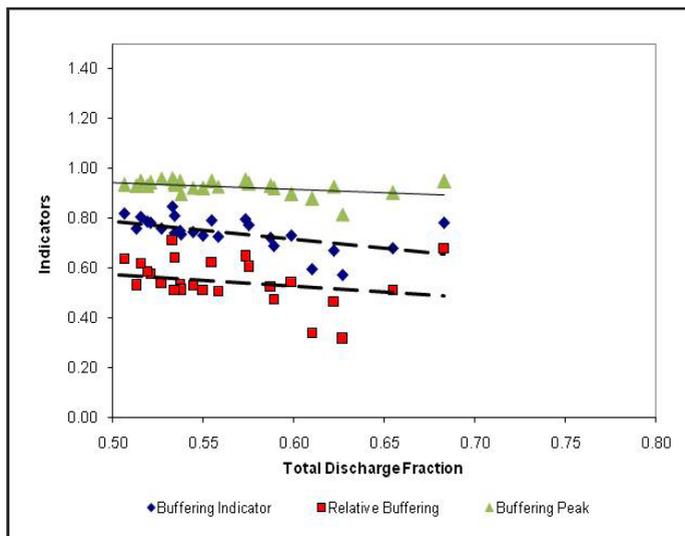


Gambar 1. Gambar perbedaan proporsi luasan hutan, sistem agroforestri dan penggunaan lain di wilayah hulu, tengah dan hilir

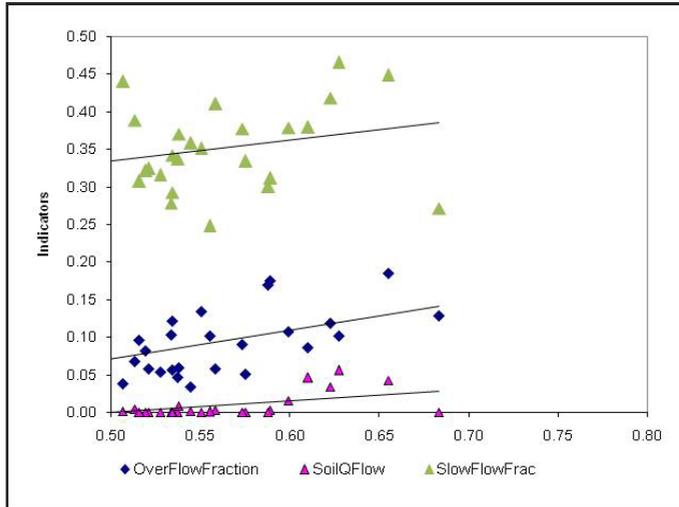
Hasil simulasi terhadap komponen neraca air diperoleh nilai aliran permukaan (*run off/ over flow*) berkisar antara 3 - 12% dari curah hujan. Nilai aliran permukaan yang kecil berpengaruh terhadap kuantitas air sungai yang masih terjaga. Nilai aliran bawah permukaan (*soil quick flow*) berkisar antara 1 - 6% dan aliran dasar (*base flow*) cukup stabil, berkisar antara 42 - 48% (Junaidi et al., 2014, 2016). Berdasarkan nilai dari ketiga komponen tersebut menunjukkan bahwa kondisi neraca air di DAS Balangtieng masih cukup baik.

2. Indikator-indikator fungsi

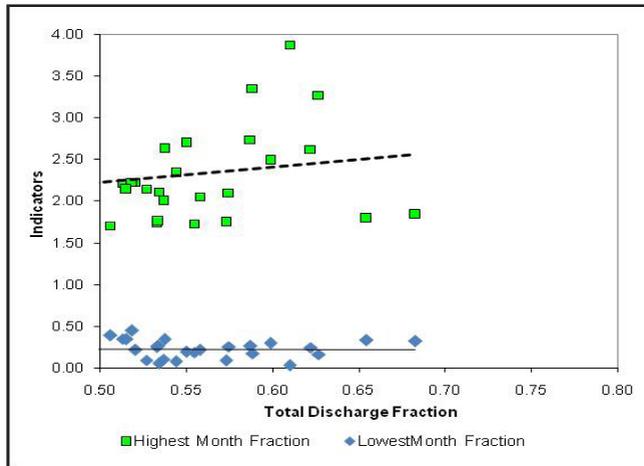
Indikator-indikator yang digunakan untuk menilai fungsi DAS adalah kapasitas penyangga debit (*buffering capacity*), aliran permukaan, aliran cepat, aliran dasar dan debit puncak (*highest month fraction*) (E. Junaidi et al., 2016; Edy Junaidi et al., 2014). Hasil analisis kondisi hidrologi DAS Balangti-eng untuk periode pengukuran tahun 1989 - 2009 menunjukkan terjadi penurunan kapasitas penyangga debit dari 0,8 menjadi 0,7 (Gambar 2A). Kapasitas penyangga debit puncak (*buffering peak*) 0,9 (Gambar 2B) yang tergolong masih cukup baik, tetapi perlu diwaspadai bila terjadi hujan dengan intensitas tinggi karena berpotensi memicu banjir bandang (*flash floods*). Hal ini ditandai dengan fraksi debit bulanan maksimum (*highest month fraction*) yang berkorelasi positif dengan kenaikan debit dan hujan (Gambar 2C) (E. Junaidi et al., 2016; Edy Junaidi et al., 2014).



(A)



(B)



(C)

Gambar 2. Hubungan Indikator Fungsi DAS dengan fraksi debit total

C. Kondisi Hidrologi Bagian Hulu DAS

1. Neraca air di bagian hulu DAS

Neraca air DAS bagian hulu (Tabel 4) yang dihitung selama 21 tahun (tahun 1989 - 2009) menunjukkan nilai evapotranspirasi berkisar antara 30 - 33 % dari curah hujan. Nilai aliran permukaan masih kecil berkisar 8 - 16 % dari curah hujan yang jatuh. Nilai aliran cepat tanah berkisar antara 1 - 5 % dan aliran dasar cukup stabil, berkisar antara 50 - 52 %. Secara umum fungsi DAS bagian hulu masih cukup baik, dengan masih cukup stabilnya sumbangan debit sungai yang berasal dari aliran dasar. Meskipun sistem penggunaan/tutupan lahan agroforestri di bagian hulu mencapai sekitar 35% dari total luas DAS, lebih luas bila dibandingkan dengan hutan (21%), sedangkan penggunaan lahan lainnya 44 % (Gambar 1), kondisi neraca air di DAS bagian hulu masih cukup baik.

Tabel 4. Nilai minimal, rata-rata dan maksimal evapotranspirasi, aliran permukaan, aliran cepat dan aliran dasar di bagian hulu DAS Balangtieng antara tahun 1989-2009

Komponen neraca air		Nilai minimal		Rata-rata		Nilai maksimal	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Evapotranspirasi		527	33	686	32	945	30
Debit	Aliran permukaan	126	8	257	12	513	16
	Aliran cepat	0	0,0	22	1,0	169	5
	Aliran dasar	792	50	1158	55	1658	52

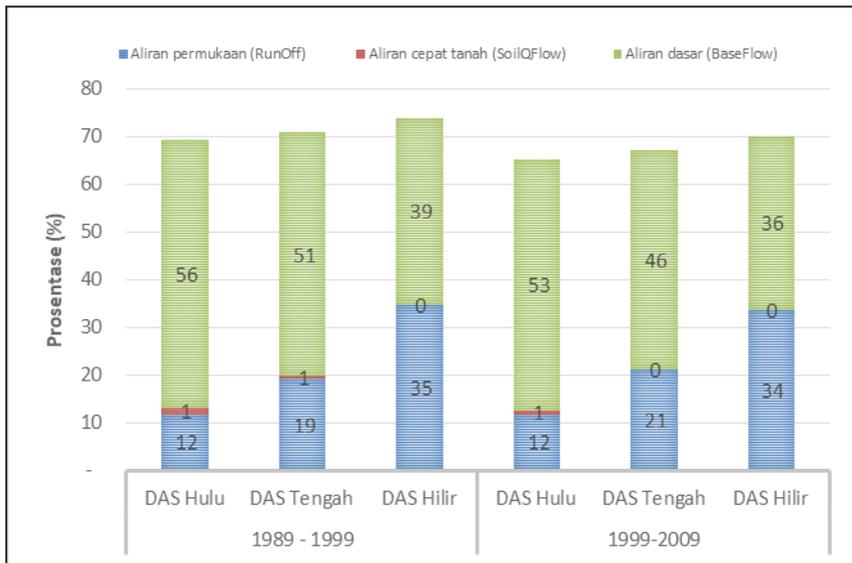
Peningkatan luasan agroforestri, tidak mempengaruhi hasil analisis neraca air. Hasil menunjukkan adanya penurunan debit di bagian hulu DAS Balangtieng pada periode antara tahun 1989 - 2009. Analisis terhadap dua periode waktu, yaitu periode I (1989 - 1999) dan periode II (1999 - 2009) menunjukkan bahwa penurunan debit pada periode II (1999-2009) lebih besar dibandingkan dengan periode I (1989-1999), yaitu sebesar 8,1% atau 0,81% per tahun, dan terjadi peningkatan evapotranspirasi sebesar 10,1% atau 1,01% per tahun (Tabel 5).

Berdasarkan analisis citra, pada periode II, terjadi deforestasi sebesar 11,9 %, tetapi terjadi peningkatan luasan agroforestri sebesar 10,9 %.

Perubahan sistem penggunaan/tutupan lahan dari hutan menjadi agroforestri, tidak berpengaruh terhadap sumbangan debit yang berasal dari aliran permukaan, yaitu tetap 12 % (Gambar 3).

Tabel 5. Perubahan debit dan evapotranspirasi di bagian hulu, tengah dan hilir DAS Balangtieng

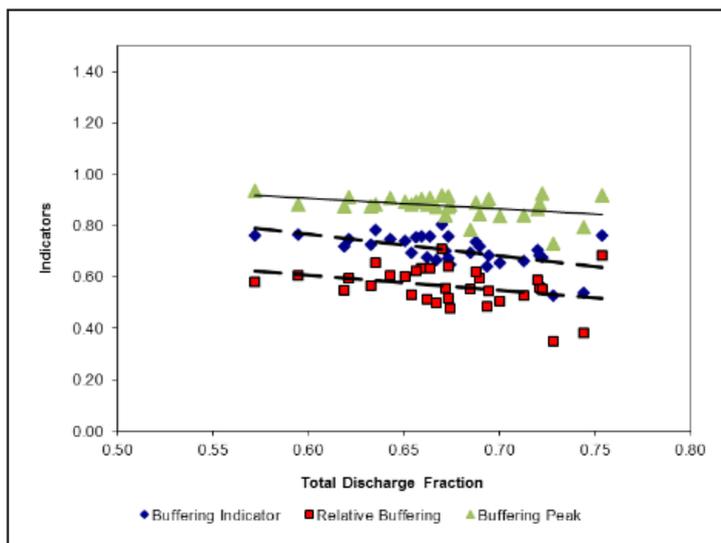
Komponen pengamatan	Hulu		Tengah		Hilir	
	Periode I ^{a)}	Periode II ^{b)}	Periode I	Periode II	Periode I	Periode II
Evapotranspirasi (% per tahun)	- 0,33	1.01	-0.24	1.43	-0.15	1.68
(%, 10 tahun)	- 3,3	10,1	-2.4	14.3	-1.5	16.8
Debit (% per tahun)	- 0,01	- 0,81	0	-1.22	-0.04	-1.37
(%, 10 tahun)	-0.1	-8,1	0	-12.2	-0.45	-13.7



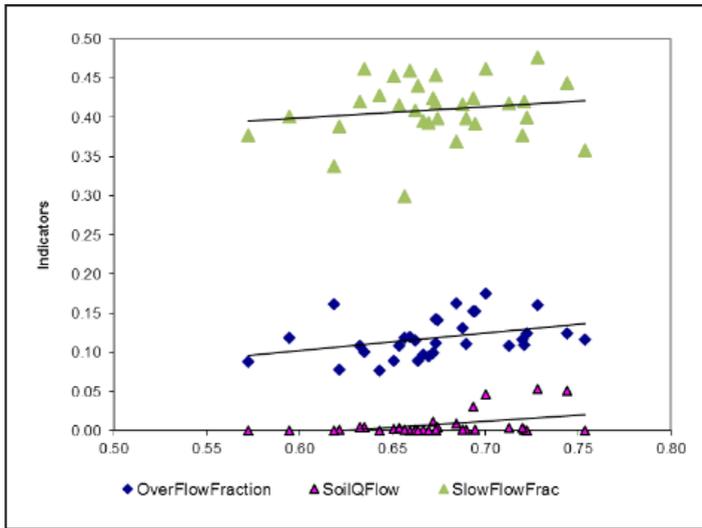
Gambar 3. Persentase aliran dasar, aliran cepat dan aliran permukaan sebagai menyumbang debit sungai pada periode analisis 1989-1999 dan 1999-2009

2. Indikator-indikator fungsi DAS di bagian hulu

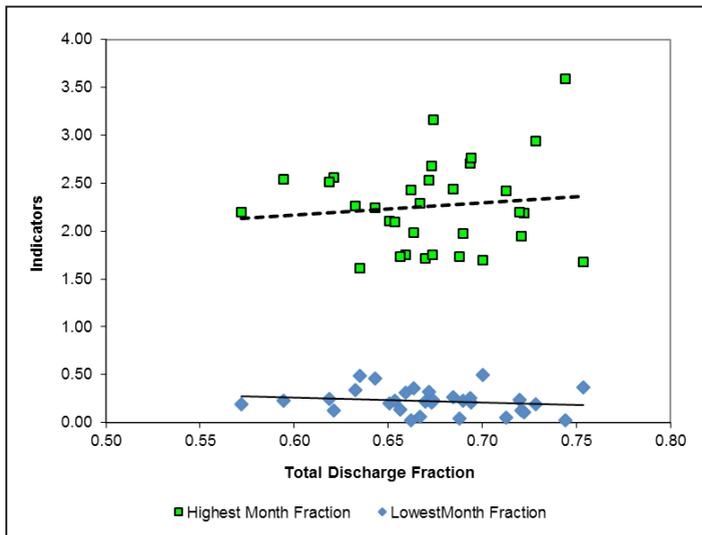
Analisis terhadap indikator-indikator di bagian hulu DAS antara 1989-2009 menunjukkan adanya penurunan kapasitas penyangga debit 0,8 menjadi 0,7 (Gambar 4A). Penurunan kapasitas penyangga debit ini terjadi karena penurunan luasan tutupan hutan yang menyebabkan terjadinya peningkatan debit akibat meningkatnya aliran permukaan (0,1 menjadi 0,13) dan aliran bawah permukaan (0 menjadi 0,03) (Gambar 4B). Meskipun kapasitas penyangga debit menurun dan aliran permukaan meningkat tetapi nilai aliran dasar masih meningkat (0,4 menjadi 0,43) dan kapasitas penyangga debit puncak masih stabil yaitu 0,9 (Gambar 4B dan 4C). Indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa kondisi DAS di bagian hulu masih cukup baik.



(A)



(B)



(C)

Gambar 4. Hubungan antara indikator-indikator fungsi DAS dengan fraksi debit total

D. Kondisi Hidrologi Bagian Tengah DAS

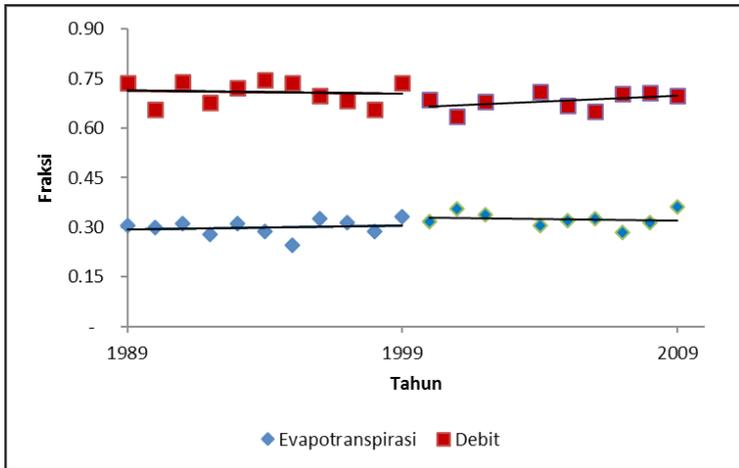
1. Neraca air di bagian tengah

Di bagian tengah DAS (Gambar 1), sistem penggunaan/tutupan lahan agroforestry untuk tahun 2009 mencapai sekitar 48 % dari total luas DAS dan semakin berkembang bila dibandingkan hutan yang makin habis. Sedangkan penggunaan lahan lainnya sekitar 52 % dari luas DAS. Analisis terhadap neraca air pada bagian tengah DAS yang dihitung selama periode tahun 1989 - 2009 menunjukkan bahwa nilai evapotranspirasi tahunan rata-rata sebesar 651 mm (31 %), aliran permukaan sebesar 21 % dari total hujan yang jatuh atau 442 mm, aliran cepat tanah berkisar 6 mm dan aliran dasar berkisar antara 48 % atau sebesar 1.026 mm (Tabel 6). Neraca air bagian tengah masih baik, tetapi perlu diwaspadai karena sumbangan debit sungai yang berasal dari aliran dasar kurang dari 50 %.

Tabel 6. Nilai minimal, rata-rata dan maksimal evapotranspirasi dan debit dalam periode 1989-2009

Komponen neraca air	Nilai minimal		Rata-rata		Nilai maksimal		
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	
Evapotranspirasi	504	32	651	31	891	28	
Debit	Aliran permukaan	241	15	442	21	861	27
	Aliran cepat	0	0,0	6	0	43	1
	Aliran dasar	678	43	1026	48	1523	48

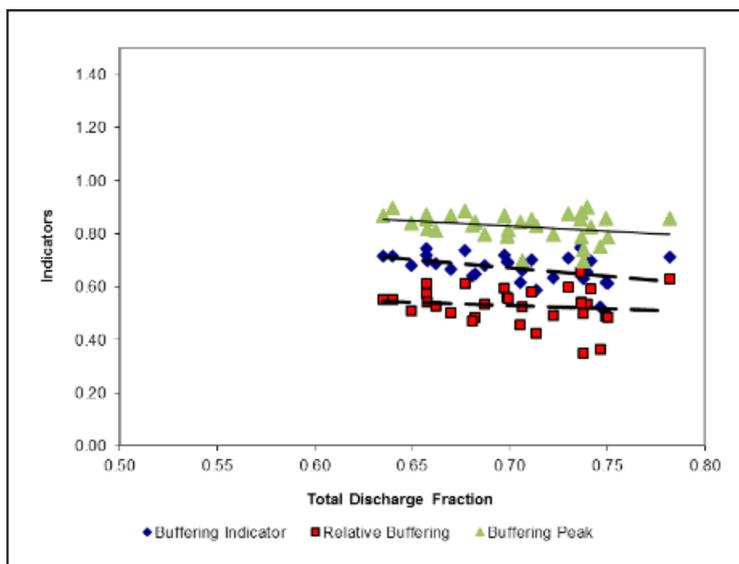
Hasil analisis neraca air lebih lanjut untuk simulasi dua periode perubahan penggunaan lahan (periode I (1989 - 1999) dan periode II (1999 - 2009)). Terlihat pada Gambar 5 dan Tabel 5, pada periode II (1999-2009) terjadi penurunan debit yang lebih besar dibandingkan periode I (1989-1999), yaitu sebesar 1,22 % dan terjadi peningkatan evapotranspirasi sebesar 1,43 %. Fenomena ini berbanding lurus dengan terjadinya deforestasi yang cukup besar (sebesar 3,27 %) dan peningkatan pemanfaatan pola agroforestri di sub DAS tengah terutama pada periode II (5,02 %). Meskipun terjadi penurunan debit ini tetap perlu diwaspadai, karena terjadi peningkatan penyumbang debit sungai yang berasal dari aliran permukaan (19 % menjadi 21 %) dan penurunan sumbangan debit yang berasal dari aliran dasar (51 % menjadi 46 %) (Gambar 3).



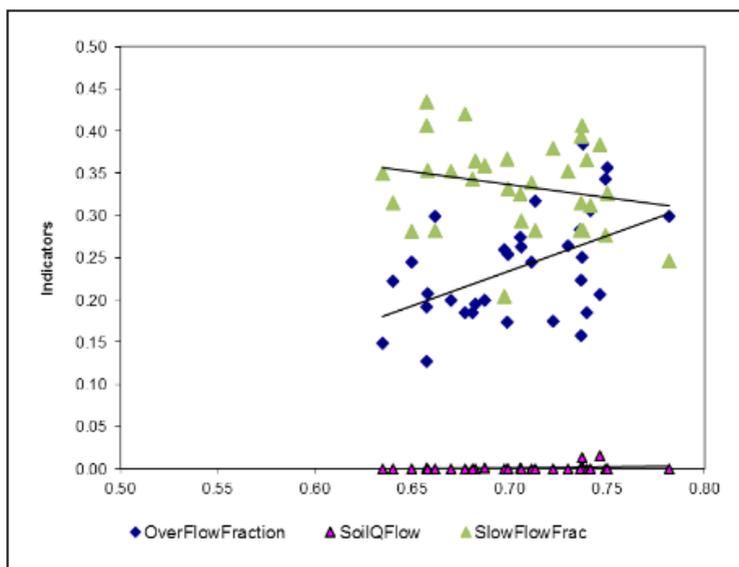
Gambar 5. Fraksi perubahan evapotranspirasi dan debit pada periode 1989-1999 dan 1999 - 2009

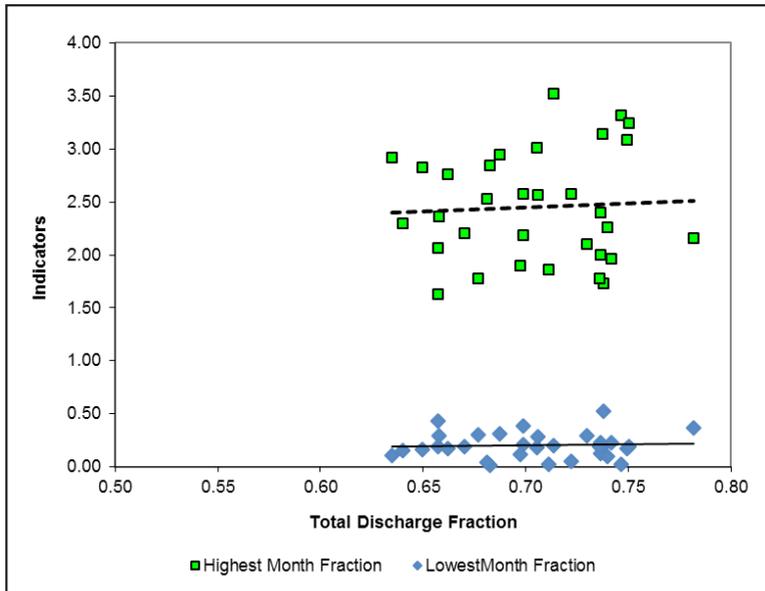
2. Indikator-indikator fungsi DAS di bagian tengah

Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas prnyanga debit di bagian tengah DAS mengalami penurunan yang ditandai oleh menurunnya nilai kapasitas penyangga debit (*buffering indicator dan relative bufeering*) 0,8 menjadi 0,7 (Gambar 6A) . Penurunan kapasitas penyangga debit terjadi karena penurunan luas tutupan hutan yang menyebabkan peningkatan debit akibat meningkatnya aliran permukaan yang cukup besar (0,15 menjadi 0,3) dan aliran bawah permukaan (0 menjadi 0,01) (Gambar 6B). Oleh karena itu, secara umum, kondisi hidrologi DAS Balangtieng bagian tengah berdasarkan hasil analisis data antara tahun 1989-2009 perlu mendapat perhatian, terutama penurunan sumbangan debit yang berasal dari aliran dasar yang semula 0,37 menjadi 0,33. Kapasitas penyangga debit puncak masih stabil yaitu 0,9. Selain itu, perlu diwaspadai bila terjadi hujan dengan intensitas tinggi karena berpotensi memicu banjir bandang di hilir (*flash floods*). Hal ini ditunjukkan oleh adanya korelasi positif antara fraksi debit maksimum dan minimum bulanan dengan kenaikan debit dan hujan, di mana nilai fraksi debit bulanan cukup tinggi 2,4 (Gambar 6C).



(A)





Gambar 6. Hubungan indikator-indikator fungsi DAS dengan fraksi debit total

E. Kondisi Hidrologi di Bagian Hilir DAS

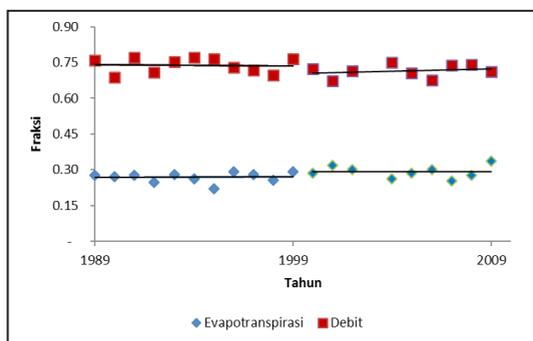
1. Neraca Air di bagian hilir DAS

Di bagian hilir DAS, antara periode tahun 1989 – 2009, terjadi penurunan luasan lahan hutan (deforestasi) sebesar 3,3 %) dan agroforestri sebesar 4,5 %. Hasil analisa, dengan keberadaan penggunaan lahan Gambar 1 sistem penggunaan/tutupan lahan (sekitar 29,8 %) dan penggunaan/ lahan hutan (sekitar 0,08 %), menunjukkan kondisi neraca airnya kurang baik (Tabel 7). Secara umum, nilai aliran permukaan menunjukkan nilai besar berkisar 29 – 42 % dari curah hujan yang jatuh. Nilai aliran permukaan yang cukup besar akan berpengaruh terhadap kuantitas air sungai yang kurang terjaga. Nilai aliran cepat tanah berkisar antara 0 – 1,5 % dan aliran dasar (*base flow*) kurang stabil, berkisar antara 35 – 37 %

Tabel 7. Nilai minimal, rata-rata dan maksimal evapotranspirasi, aliran permukaan, aliran cepat dalam tanah dan aliran dasar di bagian hilir DAS Balangtieng periode 1989-2009

Komponen neraca air	Nilai minimal		Rata-rata		Nilai maksimal		
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	
Evapotranspirasi	449	28	583	27	799	25	
Debit	Aliran permukaan	457	29	752	36	1328	42
	Aliran cepat	0	0,0	0,6	0	1,5	0
	Aliran dasar	549	35	787	37	1125	35

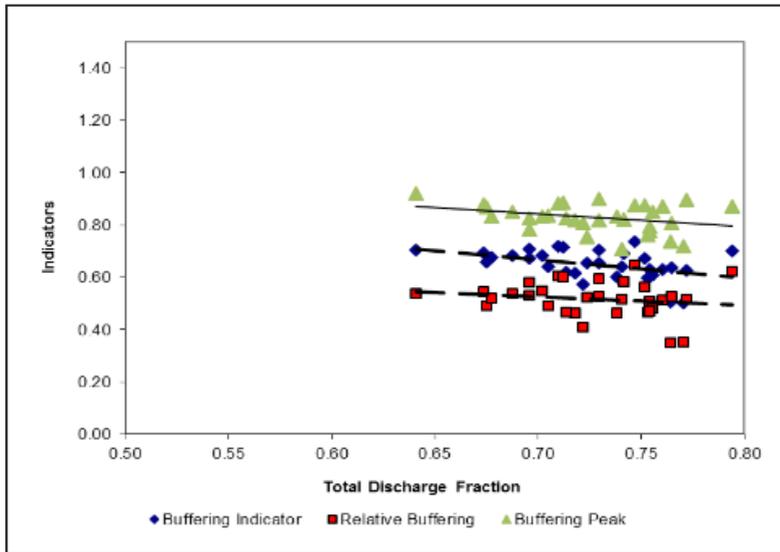
Analisis neraca air pada dua periode waktu, yaitu periode I (1989-1999) dan periode II (1999-2000) menunjukkan adanya penurunan debit. Penurunan debit pada periode II (1999-2009) lebih besar dibandingkan periode I (1989-1999), yaitu sebesar 1,37% dan terjadi peningkatan evapotranspirasi sebesar 1,68% (Gambar 7 dan Tabel 5). Penurunan debit ini disebabkan oleh penyumbang debit sungai yang berasal aliran permukaan dan aliran dasar menurun. Analisis terhadap tiga komponen penyumbang debit, yaitu aliran permukaan, aliran cepat dalam tanah dan aliran dasar menunjukkan terjadinya penurunan aliran permukaan sebesar 1%, dari 35% menjadi 34% dan penurunan aliran dasar sebesar 3%, dari 30% menjadi 36% (Gambar 3).



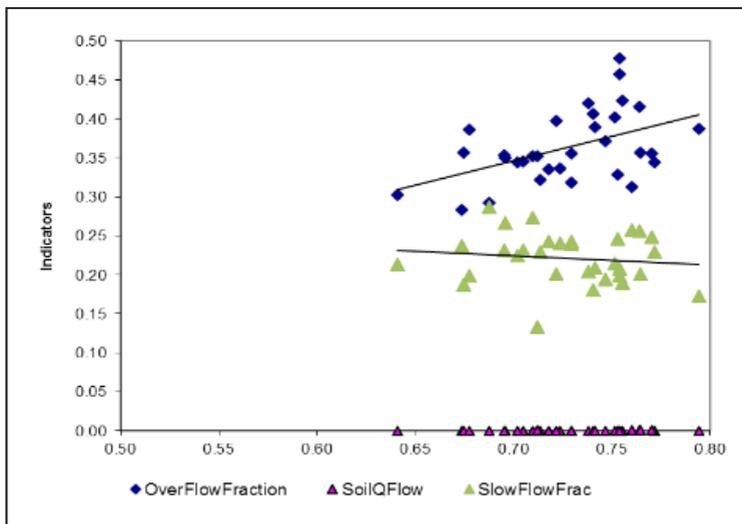
Gambar 7. Fraksi evapotranspirasi dan debit pada periode I 1989 - 1999 dan periode II 1999-2009 di bagian hilir DAS Balangtieng

2. Indikator-indikator fungsi di bagian hilir DAS

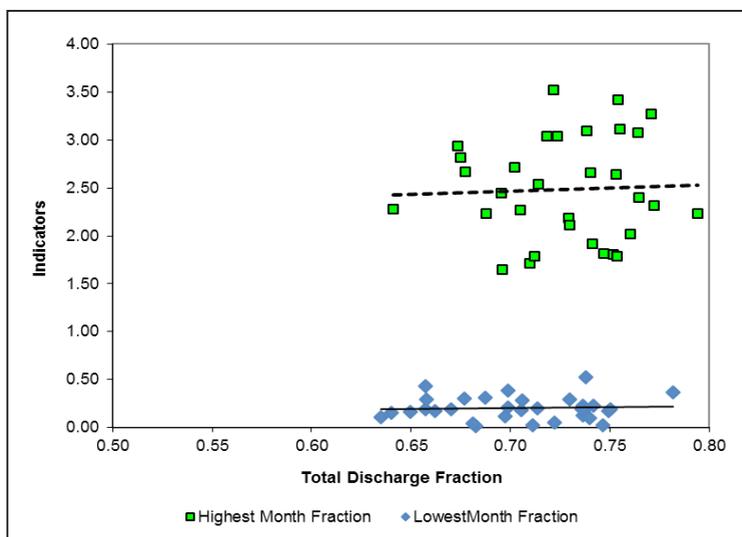
Analisis terhadap indikator-indikator fungsi DAS menunjukkan bahwa nilai kapasitas penyangga debit mengalami penurunan (0,8 menjadi 0,6) yang ditunjukkan oleh kecenderungan penurunan *buffering indicator*, *relative buffering* dan *buffering peaks* (Gambar 8A). Penurunan kapasitas penyangga debit berhubungan dengan penurunan luasan tutupan hutan dan sistim agroforestri yang menyebabkan peningkatan debit akibat meningkatnya aliran permukaan cukup besar (0,3 menjadi 0,4) dan menurunnya aliran dasar (0,25 menjadi 0,2) (Gambar 8B). Terjadinya penurunan kapasitas penyangga debit puncak menjadi 0,9 sehingga 0,8 perlu diwaspadai bila terjadi hujan dengan intensitas tinggi yang berpotensi memicu banjir bandang (*flash floods*). Hal ini ditunjukkan oleh adanya korelasi positif antara fraksi debit bulanan maksimum dan debit bulanan minimum dengan kenaikan debit dan hujan, di mana nilai fraksi debit bulanan cukup tinggi 2,5 (Gambar 8C).



(A)



(B)



(C)

Gambar 8. Hubungan indikator-indikator fungsi DAS dengan fraksi debit total pada bagian hilir DAS Balangtieng periode 1989-2009

IV. KESIMPULAN

Peningkatan dominasi penggunaan lahan agroforestri yang terjadi di DAS Balangtieng bagian hulu dan tengah dibandingkan penggunaan lahan tipe lainnya tidak mempengaruhi kondisi hidrologinya. Kapasitas penyangga debit masih cukup baik di atas 0,7. Hal ini dikarenakan pengisian sumbangan debit yang berasal dari isian air tanah yang berkorelasi positif dengan peningkatan debit total dan hujan, di mana nilai fraksi aliran dasar di atas 0,4. Untuk kondisi hidrologi DAS bagian tengah perlu di waspadei adanya pemicu banjir bandang di hilir, karena bila terjadi hujan dengan intensitas tinggi akan mempercepat kenaikan debit karena terjadi peningkatan sumbangan debit yang berasal dari aliran permukaan (nilai fraksi aliran permukaan 0,3).

Pada DAS Balangtieng bagian hilir, terjadi deforestasi dan penurunan penggunaan lahan pola agroforestry, menyebabkan nilai kapasitas penyangga debitnya 0,6. Hal ini menyebabkan kondisi hidrologinya kurang baik, dengan semakin tingginya sumbangan debit yang berasal dari aliran permukaan (nilai fraksi aliran permukaan cukup tinggi 0,4) yang berkorelasi positif dan sumbangan debit yang berasal dari aliran dasar (nilai fraksi aliran dasar cukup rendah 0,2) berkorelasi negatif dengan kenaikan hujan dan debit. Sehingga sangat perlu diwaspadei terjadinya banjir bandang (nilai fraksi debit bulanan tertinggi 2,5), bila terjadi kenaikan intensitas hujan.

Berdasarkan hal tersebut, keberadaan penggunaan lahan pola agroforestry sangat perlu dipertahankan keberadaannya, terutama pada DAS dengan tekanan penduduk tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bormann, H., Breuer, L., Gräff, T., & Huisman, J. A. (2007). Analysing the effects of soil properties changes associated with land use changes on the simulated water balance: A comparison of three hydrological catchment models for scenario analysis. *Ecological Modelling*, 209(1), 29-40.
- Farida, A., & van Noordwijk, M. (2004). Analisis debit sungai akibat alih guna lahan dan aplikasi model genriver pada DAS Way Besai, Sumberjaya. *Agrivita*, 26(1), 39-47.
- Fukunaga, D. C., Cecílio, R. A., Zanetti, S. S., Oliveira, L. T., & Caiado, M. A. C. (2015). Application of the SWAT hydrologic model to a tropical watershed at Brazil. *Catena*, 125, 206-213.
- Junaidi, E., & Handayani, W. (2016). *Kajian Prosentase Tutupan Lahan Agroforestri Yang Mampu Menjaga Tata Air Das (Studi Kasus Das Citanduy Hulu, Jawa Barat)*. Paper presented at the Seminar Nasional Agroforestry VI, Bandung.
- Junaidi, E., Siarudin, M., Indrajaya, Y., & Widiyanto, A. (2016). Kondisi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) BalangtiengBalangtiengBalangtieng akibat perubahan penggunaan lahan. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 7(1).
- Junaidi, E., Siarudin, M., Indrajaya, Y., Widiyanto, A., Tanika, L., Lusiana, B., & Santoso, H. B. (2014). *Dampak sistem agroforestry di hutan rakyat terhadap kondisi hidrologi DAS BalangtiengBalangtiengBalangtieng, Bulukumba, Sulawesi Selatan*. Paper presented at the Seminar Agroforestry V, Ambon, Maluku.
- Kobold, M., Suselj, K., Polajnar, J., & Pogacnik, N. (2008). *Calibration techniques used for HBV hydrological model in Savinja catchment*. Paper presented at the XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Managemet.

- Lin, Y.-J., Chang, Y.-H., Tan, Y.-C., Lee, H.-Y., & Chiu, Y.-J. (2011). National policy of watershed management and flood mitigation after the 921 Chi-Chi earthquake in Taiwan. *Natural hazards*, 56(3), 709-731.
- Mahmoud, M. I., Gupta, H. V., & Rajagopal, S. (2011). Scenario development for water resources planning and watershed management: Methodology and semi-arid region case study. *Environmental modelling & software*, 26(7), 873-885.
- Qi, H., & Altinakar, M. S. (2011). A conceptual framework of agricultural land use planning with BMP for integrated watershed management. *Journal of environmental management*, 92(1), 149-155.
- Shi, Z., Ai, L., Fang, N., & Zhu, H. (2012). Modeling the impacts of integrated small watershed management on soil erosion and sediment delivery: A case study in the Three Gorges Area, China. *Journal of hydrology*, 438, 156-167.
- Siarudin, M., Junaidi, E., Widiyanto, A., Indrajaya, Y., Khasanah, N. m., Tanika, L., . . . Roshetko, J. (2014). *Kuantifikasi jasa lingkungan air dan karbon pola agroforestri pada hutan rakyat di wilayah sungai Jeneberang*. Retrieved from
- Smettem, K., & Harper, R. (2009). *Using trees to manage local and regional water balances*.
- van Noordwijk, M., Farida, A., Suyamto, D., & Khasanah, N. (2003). Spatial variability of rainfall governs river flow and reduces effects on landuse change at landscape scale: GenRiver and SpatRain simulations. *MODSIM proceedings, Townsville (Australia) July*.
- Van Noordwijk, M., Widodo, R., Farida, A., Suyamto, D., Lusiana, B., Tanika, L., & Khasanah, N. (2011). GenRiver and FlowPer: Generic River and Flow Persistence Models. *User Manual Version*, 2, 119.

- Wheater, H., & Evans, E. (2009). Land use, water management and future flood risk. *Land use policy*, 26, S251-S264.
- Zampella, R. A., Procopio, N. A., Lathrop, R. G., & Dow, C. L. (2007). Relationship of Land-Use/Land-Cover Patterns and Surface-Water Quality in The Mullica River Basin. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 43(3), 594-604.
- Zhang, X., Zhang, L., Zhao, J., Rustomji, P., & Hairsine, P. (2008). Responses of streamflow to changes in climate and land use/cover in the Loess Plateau, China. *Water Resources Research*, 44(7).

Cadangan Karbon Sistem Agroforestri di DAS Balangtieng

Mohamad Siarudin

ABSTRAK

Sistem agroforestri adalah penggunaan lahan yang banyak dipraktekkan oleh masyarakat dan berpotensi dalam menyumbang penyerapan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur cadangan karbon (C) skala petak contoh dan bentang lahan pada sistem agroforestri di DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Pengukuran cadangan karbon dilakukan pada 36 petak contoh dari 7 sistem penggunaan lahan agroforestri dengan menggunakan metode RaCSA (Rapid Carbon Stock Appraisal). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa masing-masing SPL memiliki nilai cadangan karbon skala petak contoh yang bervariasi. Sistem kebun campuran memiliki cadangan karbon di atas permukaan tanah tertinggi disusul sistem agroforestri cengkeh, kelapa, jambu mete, dan coklat-kopi, yaitu masing-masing 90,62 ton/ha, 49,87 ton/ha, 49,19 ton/ha, 42,74 ton/ha dan 31,21 ton/ha. Nilai cadangan karbon di bawah permukaan tanah secara berurutan adalah 89,33 ton/ha, 86,92 ton/ha, 76,51 ton/ha, 74,7 ton/ha dan 72,94 ton/ha untuk SPL agroforestri kelapa, jambu mete, coklat-kopi, cengkeh dan kebun campuran. Pada skala bentang lahan, sistem agroforestri seluas 11361 ha (57% dari total wilayah) mampu menyimpan 1,46 juta ton C.

Kata kunci: agroforestri, bentang lahan, cadangan karbon, petak contoh, sistem penggunaan lahan

I. PENDAHULUAN

DAS Balangtieng seluas sekitar 202,4 km² adalah salah satu DAS di Wilayah Sungai (WS) Jeneberang, Sulawesi Selatan. Secara geografis, DAS ini terletak pada 121° BT dan 5°25' LS. Secara administratif, DAS Balangtieng mencakup 37 desa dalam 6 kecamatan (Kecamatan Bulukumba, Gantarang Kindang, Ujung Bulu, Bissapu, Tompobulu dan Sinjai Barat) di Kabupaten Bulukumba, dan sebagian kecil terletak di Kabupaten Bantaeng, Gowa dan Sinjai, Sulawesi Selatan.

Sistem agroforestri di wilayah ini cukup berkembang hingga mencapai 57% dari seluruh wilayah. Berdasarkan analisis citra lansat, sistem agroforestri yang terdapat di wilayah ini antara lain: sistem agroforestri cengkeh, kopi, coklat, kelapa, jambu mete, gmelina dan kebun campur yang terdiri dari berbagai jenis pohon. Hasil dari sistem agroforestri di wilayah ini merupakan komoditi unggulan daerah dan menjadi sumber mata pencaharian bagi 58% angkatan kerja setempat (BPS Kabupaten Bulukumba, 2012).

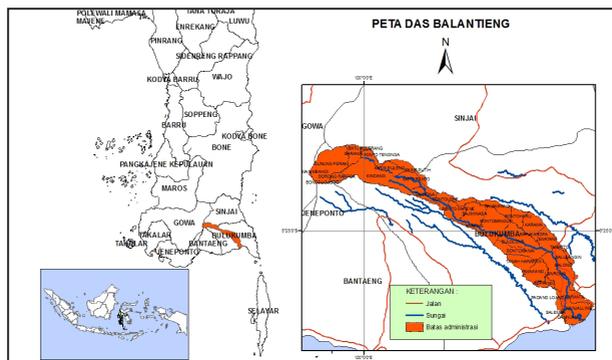
Selain memberikan manfaat ekonomi secara langsung bagi masyarakat yaitu sebagai sumber mata pencaharian, sistem agroforestri ini pada skala bentang lahan juga memberikan manfaat jasa lingkungan, diantaranya penyerapan karbon (C). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri dapat menyimpan cadangan karbon dengan nilai yang bervariasi, tergantung pada komposisi jenis dan kepadatan populasi tanaman. Albrecht and Kandji (2003) menyebutkan bahwa C yang dapat disimpan dalam sistem agroforestri di daerah tropis berkisar antara 12 - 228 ton/ha dengan rata-rata 95 ton/ha. Adinugroho and Indrawan (2013) melaporkan bahwa sistem agroforestri di Hulu DAS Kali Bekasi berkontribusi pada penyerapan karbon sebesar 62 ton/ha. Hasil penelitian Ginoga, Wulan, and Djaenudin (2004) di Kabupaten Ciamis menunjukkan bahwa sistem agroforestri dapat menyerap karbon antara 25-42 ton/ha. Tidak jauh berbeda, hasil penelitian Yuwono, Hilmanto, and Qurniati (2012) pada agroforestri kebun campur di Lampung memiliki cadangan karbon rata-rata 43 ton/ha. Karbon tersimpan dalam lahan pekarangan di daerah Lampung berkisar antara 56-174 ton/ha (Roshetko, Delaney, Hairiah, & Purnomosidhi, 2002).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung cadangan karbon skala petak contoh dan bentang lahan pada sistem penggunaan lahan agroforestri di DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi mengenai kontribusi sistem penggunaan lahan agroforestri dalam penyerapan karbon, khususnya di wilayah Kabupaten Bulukumba dan sekitarnya.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Balangtieng yang berada di Kabupaten Bulukumba, Bantaeng, Gowa dan Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan. (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengukuran dan identifikasi vegetasi serta pengambilan contoh tanah dilakukan pada Bulan September 2013. Analisis laboratorium dilaksanakan pada Bulan Oktober sampai Desember 2013 di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan.

B. Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data diawali dengan pemilihan petak contoh yang tersebar pada berbagai sistem penggunaan lahan (SPL) agroforestri. Penentuan SPL tersebut didasarkan pada analisis citra lansat tahun 2009 dan

observasi langsung di lapangan. Dari hasil analisis citra diperoleh 7 SPL agroforestri yang masing-masing dibagi menjadi 3 sub-sistem yaitu kompleks, sederhana, dan monokultur tergantung pada kondisi yang ditemukan di lapangan. Batasan mengenai sistem agroforestri dalam penelitian ini mengacu pada P. Nair (2012), dan kriteria pengelompokan sub-sistem (kompleks, sederhana dan monokultur) mengacu pada Hairiah, Berlian, and Rahayu (2006).

Petak contoh ditempatkan pada 11 sub-SPL agroforestri yang masing-masing memiliki 3 kelas umur tegakan yaitu muda, pertengahan dan tua, sehingga diperoleh 36 petak contoh (Tabel 1).

Tabel 1. Petak contoh pengukuran cadangan karbon pada berbagai sistem penggunaan lahan agroforestri

No	SPL	Sub-SPL	Jumlah petak contoh	Posisi dalam DAS
	Agroforestri Cengkeh	Sederhana	5	Hulu
		Komplek	3	Hulu dan tengah
	Agroforestri Kopi	Sederhana	3	Hulu
	Agroforestri coklat	Sederhana	3	Tengah dan hulu
		Kompleks	3	Hilir dan tengah
	Agroforestri kelapa	Monokultur	3	Hilir
		Sederhana	3	Hilir
		Kompleks	3	Hilir
	Agroforestri jambu mete	Sederhana	3	Tengah
	Kebun campur	Kompleks	4	Tengah dan hilir
	Agroforestri gmelina	Sederhana	3	Tengah
Total			36 plots	

Penghitungan cadangan karbon dilakukan dengan menggunakan metode RaCSA (*Rapid Carbon Stock Appraisal*) (Hairiah, Ekadinata, Sari, & Rahayu, 2011), yaitu pada petak utama berukuran 20 m x 100 m untuk pohon dan nekromasa berkayu berdiameter di atas 30 cm, sub-petak utama berukuran 5 m x 40 m untuk pengukuran pohon dan nekromasa berkayu berdiameter 5 cm - 30 cm, serta sub-petak berukuran 0,5 m x 0,5 m untuk pengukuran tanaman/tumbuhan bawah, nekromasa tidak berkayu

dan C organik tanah. Penghitungan total cadangan karbon mencakup: (1) cadangan karbon di atas permukaan tanah (pohon, tanaman/tumbuhan bawah, nekromassa berkayu, nekromassa tidak berkayu (seresah), (2) cadangan karbon di bawah permukaan tanah (bahan organik tanah dan akar).

Biomasa per pohon dihitung berdasarkan persamaan umum (Chave et al., 2005):

$$AGB = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.028(\ln(D))^3)$$

Di mana ρ merupakan kerapatan kayu, dan D merupakan diameter setinggi dada (*Diameter at breast height*). Nilai kerapatan kayu yang digunakan dalam persamaan allometrik merujuk pada (Seng, 1990) dan *Global Wood Density Database* (Zanne et al., 2009). Estimasi kandungan karbon dalam biomasa mengacu pada (IPCC, 2006) yaitu 47%. Cadangan karbon akar diperhitungkan sebagai 20% dari cadangan karbon di atas permukaan tanah (IPCC, 2006).

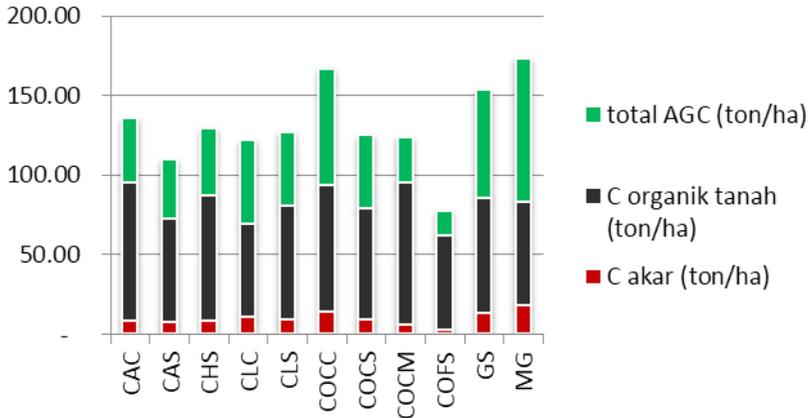
Penghitungan cadangan karbon skala bentang lahan dilakukan dengan menghitung rata-rata cadangan karbon setiap SPL dari hasil pengukuran lapangan dikalikan dengan luas masing-masing SPL dari hasil analisis citra satelit tahun 2009.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Total Cadangan Karbon pada Berbagai Sub-Sistem Penggunaan Lahan

Total cadangan karbon bervariasi pada masing-masing sub-SPL, tergantung komposisi jenis, kelas diameter, kepadatan vegetasi penyusunnya, nekromassa, serta bahan organik tanah (Gambar 2). Cadangan karbon tertinggi terdapat pada kebun campur (MG) mencapai 173,5 ton/ha diikuti agroforestri kelapa kompleks (COCC) yaitu 166,6 ton/ha. Sistem agroforestri lain yang memiliki total cadangan karbon antara 100 - 150 ton/ha secara berurutan adalah agroforestri coklat sederhana (CAS), agroforestri cengkeh kompleks (CLC), kelapa monokultur (COCM), agroforestri kelapa sederhana (COCS), agroforestri cengkeh sederhana, agroforestri jambu mete sederhana, agroforestri coklat kompleks dan agroforestri gmelina sederhana. Cadangan karbon terendah terdapat pada agroforestri kopi sederhana (COFS) yaitu 77,4 ton/ha.

Tingginya cadangan karbon pada kebun campur terjadi karena komposisi tegakan pada sistem ini terdiri dari berbagai jenis pohon berdiameter besar, sehingga memiliki luas bidang dasar (LBDS) tinggi dan menyimpan biomasa besar (Tabel 2) yang berhubungan langsung dengan cadangan karbon di atas permukaan tanah.



Gambar 2. Cadangan karbon berbagai SPL

Keterangan:

CAC = Agroforestri (AF) kompleks coklat;

CAS = AF sederhana coklat;

CHS = AF sederhana jambu mete;

CLC = AF kompleks cengkeh;

CLS = AF sederhana cengkeh;

COCC = AF kompleks kelapa;

COCM = Monokultur kelapa;

COCS = AF sederhana kelapa;

COFS = AF sederhana kopi;

GS = AF sederhana gmelina;

MG = Kebun campur;

AGC = Karbon di atas permukaan tanah

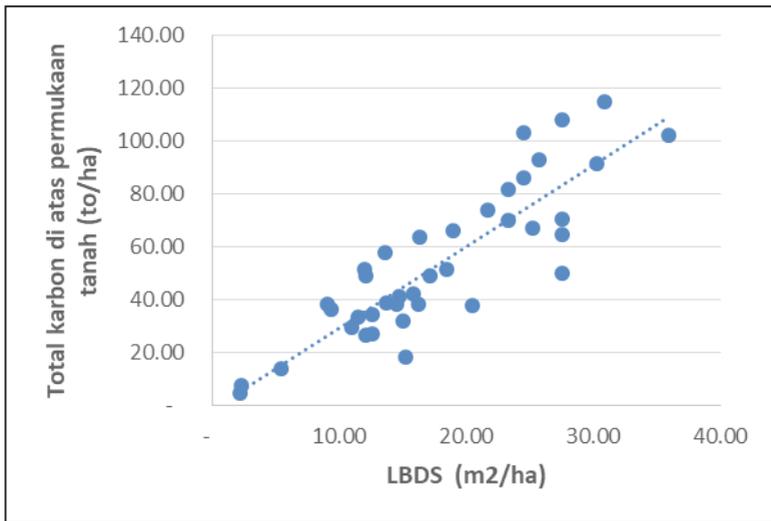
Rendahnya cadangan karbon pada agroforestri kopi sederhana dipengaruhi oleh karakteristik pohon kopi yang berbatang kecil. Satu batang kopi terdiri dari 2 - 7 cabang dengan rata-rata diameter 3,3 cm sehingga memiliki luas bidang dasar (LBDS) kecil, yaitu hanya 4,27 m²/ha. Meskipun kerapatan kayu kopi tergolong sedang, yaitu 0,6 g/cm³, tetapi karena

LBDS rendah maka menghasilkan biomasa yang rendah. Tanaman lain yang berada pada sistem agroforestri kopi sederhana tidak berkontribusi besar terhadap total cadangan karbon karena hanya terdiri dari tanaman penaung yang memiliki LBDS rendah yaitu 1,98 m²/ha.

Tabel 2. Rata-rata kepadatan pohon, luas bidang dasar pohon pokok, pohon asosiasi dan total semua pohon pada setiap sub-sistem penggunaan lahan

Sub-SPL agroforestri	Rata-rata kepadatan pohon (batang/ha)	Luas Bidang Dasar (m ² /ha)		
		Pohon pokok	Pohon asosiasi	Total
Coklat kompleks	1090	3,61	13,01	16,62
Coklat sederhana	1175	7,43	6,23	13,66
Jambu mete sederhana	583	12,79	2,41	15,20
Cengkeh kompleks	1086	7,42	6,10	13,51
Cengkeh sederhana	892	9,08	3,47	12,55
Kelapa kompleks	1108	16,26	9,09	25,35
kelapa sederhana	708	14,49	7,58	22,07
Kelapa monokultur	283	11,40	1,06	12,46
Kopi sederhana	2550	4,27	1,98	6,24
Gmelina sederhana	2875	23,91	4,08	27,98
Kebun campur	1230			25,81

Variasi LBDS masing-masing berkaitan erat dengan cadangan karbon yang dihasilkannya. LBDS yang merupakan total luas permukaan melintang batang pohon-pohon pada diameter setinggi dada (1,3 m) berkaitan dengan diameter batang pohon dan tingkat kepadatan pohon (jumlah pohon per luas lahan). Sistem agroforestri gmelina sederhana, kebun campur dan agroforestri kelapa kompleks memiliki LBDS relatif tinggi (Tabel 2), yang diikuti nilai cadangan karbon yang tinggi pula (Gambar 2). Lebih jelas lagi, hubungan antara LBDS dan cadangan karbon di atas permukaan tanah masing-masing petak ukur pada Gambar 3 menunjukkan adanya kenaikan cadangan karbon di atas permukaan tanah seiring dengan kenaikan LBDS.



Gambar 2. Hubungan antara LBDS dengan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada masing-masing petak pengamatan

Perbandingan antara sub-SPL menunjukkan bahwa sistem agroforestri kompleks umumnya memiliki LBDS lebih tinggi dibanding agroforestri sederhana, sehingga cadangan karbon pada sistem kompleks umumnya lebih tinggi. Hal ini disebabkan pada agroforestri kompleks terdiri dari berbagai jenis pohon dengan jumlah pohon per hektar yang lebih tinggi. Sementara pada agroforestri sederhana, jumlah pohon lebih sedikit karena petani memberikan ruang lebih untuk budidaya tanaman bawah. Cadangan karbon pada sistem agroforestri kelapa kompleks sebesar 166,59 ton/ha, sedangkan pada sistem agroforestri kelapa sederhana hanya 123,92 ton/ha. Demikian juga pada sistem agroforestri coklat kompleks memiliki cadangan karbon 135,87 ton/ha, sedangkan pada sistem agroforestri coklat sederhana 109,89 ton/ha.

Cadangan karbon pada sistem agroforestri kompleks yang lebih tinggi dibanding sistem agroforestri sederhana ini cukup konsisten dengan beberapa penelitian lainnya. Wardah, Toknok, and Zulkhaidah (2011) dalam penelitiannya di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah menemukan bahwa sistem agroforestri kompleks di zona penyangga memiliki

cadangan karbon antara 209,4 ton/ha, sementara pada sistem agroforestri sederhana di tempat yang sama hanya 126 ton ha/ha. Kecenderungan yang sama juga ditemukan oleh (Markum, Soesilaningsih, Suprayogo, & Hairiah, 2014) pada sistem agroforestri di DAS Jangkok, Lombok; dan Kurniawan et al. (2010) di DAS Kalikonto, Jawa Timur.

B. Komponen penyusun cadangan karbon di atas permukaan tanah

Komponen penyusun cadangan karbon di atas permukaan tanah yang dihitung pada penelitian ini adalah pohon, tumbuhan bawah, nekromasa tidak berkayu (seresah) dan nekromasa berkayu. Rata-rata cadangan karbon pohon, tumbuhan bawah, seresah dan nekromasa berkayu pada berbagai sistem agroforestri di wilayah DAS Balangtieng secara berurutan adalah 48,84±21,07 ton/ha; 0,003±0,0008 ton/ha; 0,01±0,002 ton/ha dan 0,44±0,53 ton/ha. Persentase cadangan karbon terbesar berasal dari pohon, yaitu mencapai 98,52%. Komponen lain menunjukkan cadangan karbon yang sangat kecil (kurang dari 2%). Tingginya persentase cadangan karbon dari komponen pohon ini menunjukkan bahwa dinamika cadangan karbon dalam suatu SPL ditentukan oleh keberadaan pohon.

Cadangan karbon di atas permukaan tanah pada sistem agroforestri di DAS Balangtieng berkisar antara 15,66 - 90,62 ton/ha (Tabel 3). Rata-rata cadangan karbon di atas permukaan tanah pada sistem agroforestri dalam penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya seperti pada sistem kebun campur di Bekasi sebesar 62 ton/ha (Adinugroho & Indrawan, 2013); agroforestri kemenyan di Kabupaten Tapanuli Utara 51-66 ton/ha (Antoko, 2011); agroforestri di Langkat antara 57-63 ton/ha.

Table 3. Komponen cadangan karbon di atas permukaan tanah

Sub-SPL agroforestri	Cadangan karbon di atas permukaan tanah (ton/ha)				
	Pohon	Tumbuhan bawah	Seresah	Nekromasa berkayu	Total
Coklat kompleks	40,22	0,003	0,014	0,11	40,35
Coklat sederhana	37,60	0,002	0,013	0,00	37,61
Jambu mete sederhana	42,72	0,003	0,010	0,00	42,74

Sub-SPL agroforestri	Cadangan karbon di atas permukaan tanah (ton/ha)				
	Pohon	Tumbuhan bawah	Seresah	Nekromasa berkayu	Total
Cengkeh kompleks	52,29	0,002	0,014	0,43	52,73
Cengkeh sederhana	46,69	0,004	0,008	0,31	47,01
Kelapa kompleks	72,20	0,002	0,012	0,58	72,79
Kelapa sederhana	45,37	0,002	0,008	0,35	45,73
Kelapa monokultur	29,04	0,004	0,006	0,00	29,05
Kopi sederhana	13,91	0,002	0,010	1,77	15,66
Gmelina sederhana	67,60	0,004	0,010	0,32	67,94
Kebun campur	89,62	0,002	0,011	0,99	90,62
Rata-rata	52,21	0,003	0,01	0,40	52,63

Tumbuhan bawah dalam sistem agroforestri berupa rumput liar atau tumbuhan herba yang tidak dibudidayakan. Tumbuhan bawah berupa rumput liar dan herba tidak memiliki bagian berkayu dan memiliki biomasa yang rendah karena kadar air tinggi sehingga cadangan karbonnya pun rendah.

Kerapatan tumbuhan bawah bervariasi tergantung kerapatan tajuk pohon di atasnya. Pada sistem agroforestri dengan tajuk yang relatif terbuka seperti agroforestri cengkeh dan gmelina sederhana serta kelapa monokultur, cadangan karbon dari tumbuhan bawah relatif tinggi. Pada beberapa sub-SPL, cadangan karbon tumbuhan bawah relatif rendah antara lain pada agroforestri coklat kompleks, agroforestri kelapa kompleks, agroforestri cengkeh kompleks, agroforestri kopi sederhana dan kebun campur.

Pada sistem kebun campur, rendahnya cadangan karbon tumbuhan bawah terjadi karena tajuk pohon relatif rapat sehingga sedikit cahaya yang masuk ke lantai kebun dan menyebabkan tumbuhan bawah tidak tumbuh dengan optimal. Pada agroforestri coklat kompleks, seresah daun coklat yang belum terdekomposisi seringkali menutupi permukaan tanah sehingga tumbuhan bawah tidak tumbuh lebat. Demikian juga pada agroforestri kelapa kompleks yang dikombinasikan dengan tanaman coklat memiliki tajuk rapat dan seresah yang tebal menutupi permukaan tanah.

Cadangan karbon dari nekromasa tidak berkayu (seresah) relatif lebih tinggi dari tumbuhan bawah. Seresah ini berupa daun gugur dan

ranting-ranting kecil yang berasal dari vegetasi di dalam petak contoh pengukuran. Variasi cadangan karbon seresah menggambarkan produksi seresah dari pohon-pohon penyusunnya. SPL agroforestri kompleks pada coklat, cengkeh, dan kelapa memiliki cadangan karbon seresah relatif tinggi. SPL agroforestri kompleks ini menghasilkan guguran daun relatif banyak sehingga menutupi permukaan tanah. Sementara pada SPL agroforestri kelapa dan cengkeh sederhana serta kelapa monokultur menunjukkan bahwa cadangan karbon dari seresahnya relatif lebih rendah. Tajuk yang lebih sedikit/terbuka pada sistem ini menghasilkan seresah sedikit.

Nekromasa berkayu pada petak contoh pengukuran sebagian besar berupa pohon mati berdiri (59%) dan batang pohon mati rebah (38%), serta sebagian kecil berupa tunggul pohon bekas tebangan (3%). Rendahnya nekromasa berkayu berupa tunggul pohon menunjukkan bahwa aktifitas penebangan pohon pada SPL agroforestri rendah. Hal ini terjadi karena jenis-jenis tanaman yang dibudidayakan oleh masyarakat dalam sistem agroforestri adalah jenis tanaman yang dipanen buahnya seperti kelapa, coklat, kopi, cengkeh.

Cadangan karbon dari nekromasa berkayu bervariasi antar SPL. Agroforestri kopi sederhana memiliki cadangan karbon nekromasa berkayu paling tinggi yaitu mencapai 1,77 ton/ha. Jenis nekromasa berkayu yang banyak terdapat pada petak contoh pengukuran adalah batang rebah dengan tingkat pelapukan 40-50%. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada agroforestri coklat sederhana, agroforestri jambu mete sederhana, dan kelapa monokultur tidak ditemukan nekromasa berkayu.

C. Komponen penyusun cadangan karbon di bawah permukaan tanah

Rata-rata cadangan karbon di bawah permukaan tanah pada sistem agroforestri di lokasi penelitian adalah $82,03 \pm 10,99$ ton/ha yang berasal dari akar pohon, akar tumbuhan bawah dan C-organik tanah pada kedalaman 0-30 cm (Tabel 4). C-organik tanah merupakan komponen penyusun cadangan karbon di bawah permukaan tanah terbesar pada sistem agroforestri. Rata-rata kandungan C-organik tanah adalah $72,28 \pm 10,39$ ton/ha (88,1% dari rata-rata cadangan karbon di bawah permukaan tanah). Dalam penelitian ini, cadangan karbon dari akar sangat dipengaruhi oleh

biomasa di atas permukaan tanah karena dihitung menggunakan nilai baku 20% dari biomasa di atas permukaan tanah (IPCC 2006).

Pada sistem agroforestri menunjukkan bahwa cadangan di atas permukaan tanah secara umum lebih kecil bila dibandingkan dengan cadangan karbon di bawah permukaan tanah, yaitu berkisar pada rasio antara 25 - 79%, kecuali pada kebun campuran yang memiliki rasio 1:1. Hal ini sesuai dengan Murdiyarso et al (2015) bahwa cadangan karbon berbagai ekosistem sebaian besar tersimpan dalam tanah (78 %) sementara hanya sekitar 20 % tersimpan dalam pohon, akar dan biomasa, serta hanya 2 % dalam kayu mati. Cadangan karbon di bawah permukaan tanah pada berbagai sistem agroforestri di DAS Balangtieng ini berkisar antara 61,7 - 95,5 ton/ha. Cadangan karbon di bawah permukaan tanah yang lebih besar dari di atas permukaan tanah ini sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya (P. Nair, 2012; R. P. Nair, Kumar, & Nair, 2009; Roshetko et al., 2002).

Table 4. Komponen cadangan karbon di bawah permukaan tanah

Sub-SPL agroforestri	Cadangan karbon di bawah permukaan tanah (ton/ha)			
	Akar pohon	Akar tumbuhan bawah	C-organik tanah	Total
Coklat kompleks	8,04	0,0006	87,48	95,52
Coklat sederhana	7,52	0,0005	64,76	72,28
Jambu mete sederhana	8,54	0,0006	78,38	86,93
Cengkeh kompleks	10,46	0,0004	58,66	69,12
Cengkeh sederhana	9,34	0,0009	70,93	80,27
Kelapa kompleks	14,44	0,0003	79,36	93,80
Kelapa sederhana	5,81	0,0008	89,06	94,87
Kelapa monokultur	9,07	0,0005	70,25	79,33
Kopi sederhana	2,78	0,0004	58,92	61,70
Gmelina sederhana	13,52	0,0008	72,16	85,68
Kebun campuran	17,92	0,0004	64,95	82,88
Rata-rata (<i>Average</i>)	10,44	0,001	75,12	85,56

Kandungan C-organik yang tinggi pada kelapa monokultur dan agroforestri coklat kompleks diduga terjadi karena tingginya produksi sereas dan pemeliharaan intensif pada kebun coklat termasuk pemupukan.

Kandungan C-organik terendah ditemukan pada agroforestri cengkeh kompleks dan agroforestri kopi sederhana. Kedua sub-SPL ini berada di daerah dataran tinggi dengan topografi pegunungan yang memiliki kelerengan relatif tinggi (30-40 %). Hal ini diduga menyebabkan banyaknya erosi sehingga kesuburan tanah menurun, meskipun jumlah seresah pada kedua SPL tersebut tidak pada posisi terendah dibandingkan dengan SPL lainnya.

D. Estimasi cadangan karbon sistem agroforestri pada skala bentang lahan

Berdasarkan interpretasi citra lansat tahun 2009, total luas area sistem penggunaan lahan agroforestri adalah 11361 ha atau 57% dari total luas wilayah. Dengan menggunakan data hasil perhitungan rata-rata cadangan karbon tingkat petak ukur pada berbagai SPL, maka didapatkan total cadangan karbon dari SPL agroforestri adalah sebesar 1,46 juta ton karbon yang terdiri dari 596.736,77 ton karbon di atas permukaan tanah dan 863.588,9 ton karbon di bawah permukaan tanah (Lampiran 1).

Total cadangan karbon pada seluruh tutupan lahan (dengan memasukkan SPL non-agroforestri seperti hutan negara (baik dalam bentuk lahan bekas tebangan maupun hutan tidak terusik, lahan persawahan, padang rumput, pemukiman dan lahan terbuka) adalah 1,95 juta ton (Siarudin et al., 2014). Dengan demikian, sistem agroforestri memiliki sumbangan yang cukup besar dalam menyerap karbon, karena dengan luas 57% mampu menyimpan 76% dari total serapan karbon di seluruh wilayah.

Sumbangan cadangan karbon di atas permukaan tanah terbesar pada skala bentang lahan berasal dari kebun campur yang menempati 42% dari total cadangan karbon dari semua sistem agroforestri, diikuti agroforestri cengkeh dan coklat-kopi. Sistem kebun campur ini ditemukan tersebar merata di seluruh wilayah DAS. Sistem agroforestri coklat-kopi menempati urutan pertama dalam hal luasan, yaitu 38% dari total luasan sistem agroforestri. Berdasarkan analisis citra lansat tahun 2009 dan observasi di lapangan, sistem agroforestri coklat banyak terdapat di bagian tengah dan hilir, sedangkan agroforestri kopi banyak terdapat di hulu DAS. Sistem agroforestri cengkeh yang menempati urutan terluas kedua banyak terdapat di bagian hulu dan tengah DAS.

IV. KESIMPULAN

Sistem penggunaan lahan agroforestri di DAS Balangtieng berkontribusi dalam penyerapan karbon. Total cadangan karbon pada masing-masing SPL bervariasi antara 77,4 - 173,5 ton/ha. Sistem kebun campur dan agroforestri gmelina memiliki cadangan karbon tertinggi disusul sistem agroforestri kelapa, jambu mete, cengkeh, coklat dan kopi. Cadangan karbon di atas permukaan tanah pada sebagian besar SPL lebih rendah dari cadangan karbon di bawah permukaan tanah, kecuali pada kebun campur. Komponen terbesar dari cadangan karbon di atas permukaan tanah berasal dari pohon yaitu mencapai 98,5%. Komponen terbesar cadangan karbon di bawah permukaan tanah berasal dari kandungan C-organik tanah yaitu mencapai 88,1%. Pada skala bentang lahan, sistem agroforestri di seluas 11361,34 ha (57% dari total wilayah) mampu menyimpan 1,46 juta ton karbon, yang terdiri dari 40% karbon di atas permukaan tanah dan 60% karbon di bawah permukaan tanah. Kebun campur yang tersebar merata di seluruh wilayah DAS menyimpan cadangan karbon di atas permukaan tanah terbesar pada sistem agroforestri mencapai 42%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W., & Indrawan, A. (2013). Supriyanto, dan Arifin, HS,(2013). Kontribusi agroforestry terhadap cadangan karbon di hulu DAS Kali Bekasi. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(3), 242-249.
- Albrecht, A., & Kandji, S. T. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 99(1-3), 15-27.
- Antoko, B. (2011). Nilai insentif karbon hutan rakyat kemenyan berbasis voluntary carbon market di Kabupaten Tapanuli Utara. *Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- BPS Kabupaten Bulukumba. (2012). *Kabupaten Bulukumba dalam angka tahun 2012*.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J., Eamus, D., . . . Kira, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
- Ginoga, K., Wulan, Y. C., & Djaenudin, D. (2004). Potential of Indonesian smallholder agroforestry in the CDM: a case study in the upper Citanduy watershed area. *ICRAF, Bogor, Indonesia*.
- Hairiah, K., Berlian, & Rahayu, S. (2006). Layanan lingkungan agroforestri berbasis kopi: cadangan karbon dalam biomasa pohon dan bahan organik tanah (studi kasus dari Sumberjaya, Lampung Barat). *Agrivita*, 3, 298-309.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R., & Rahayu, S. (2011). Pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan edisi ke 2. *Bogor: Agroforestry Centre*.
- IPCC. (2006). *IPCC Guideline 2006 Guidelines for national green house gas inventories*. Retrieved from

- Krisnawati, H., Adinugroho, W., & Imanuddin, R. (2012). Monograf model-model alometrik untuk pendugaan biomassa pohon pada berbagai tipe ekosistem hutan di Indonesia. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Litbang Kehutanan, Bogor-Indonesia*.
- Kurniawan, S., Prayogo, C., Widiyanto, Z. M., Lestari, N., Aini, F., & Hairiah, K. (2010). Estimasi Karbon Tersimpan di Lahan-lahan Pertanian di DAS Konto, Jawa Timur: RACSA (Rapid Carbon Stock Appraisal). *World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office. Bogor, Indonesia*.
- Markum, M., Soesilaningsih, E. A., Suprayogo, D., & Hairiah, K. (2014). Plant Species Diversity in Relation to Carbon Stocks at Jangkok Watershed, Lombok Island. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science, 35(3), 207-217*.
- Murdiyarto, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., . . . Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change, 5(12), 1089*.
- Nair, P. (2012). Climate change mitigation: a low-hanging fruit of agroforestry *Agroforestry-The future of global land Use* (pp. 31-67): Springer.
- Nair, R. P., Kumar, M. B., & Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of plant nutrition and soil science, 172(1), 10-23*.
- Roshetko, J. M., Delaney, M., Hairiah, K., & Purnomosidhi, P. (2002). Carbon stocks in Indonesian homegarden systems: Can smallholder systems be targeted for increased carbon storage? *American Journal of Alternative Agriculture, 17(3), 138-148*.
- Seng, O. (1990). *Specific Gravity of Indonesian Woods and Its Significance for Practical Use*. Bogor: Departemen Kehutanan Indonesia.

- Siarudin, M., Junaidi, E., Widiyanto, A., Indrajaya, Y., Khasanah, N. m., Tanika, L., . . . Roshetko, J. (2014). *Kuantifikasi jasa lingkungan air dan karbon pola agroforestri pada hutan rakyat di wilayah sungai Jeneberang*. Retrieved from
- Wardah, Toknok, B., & Zulkhaidah. (2011). Carbon Stock of Agroforestry Systems at Adjacent Buffer Zone of Lore Lindu National Park, Central Sulawesi. *Journal of Tropical Soils*, 16(2), 123-128.
- Yuwono, S., Hilmanto, R., & Qurniati, R. (2012). *Estimasi total penyerapan karbon tersimpan pada sistem agroforestry di Desa Sumber Agung untuk mendukung Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca*. Paper presented at the Seminar Agroforestry III, Malang.
- Zanne, A., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S., . . . Chave, J. (2009). Global wood density database.

Emisi dan Sekuestrasi Karbon di DAS Balangtieng dari Perubahan Sistem Penggunaan Lahan

Yonky Indrajaya

ABSTRAK.

Deforestasi yang terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan akan mempengaruhi selain kondisi hidrologi, juga dinamika cadangan karbon. Dinamika emisi dan sekuestrasi karbon yang terjadi dari kegiatan perubahan penggunaan lahan di DAS Balangtieng, dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak REDD ABACUS SP. Hasil analisis menunjukkan total emisi, sekuestrasi, dan net emisi di DAS Balangtieng untuk periode 1989-1999 secara berturut-turut adalah 30,7; 10,6; dan 20,2 ton CO₂-eq. per tahun, dan untuk periode 1999-2009 secara berturut-turut adalah 190,2; 54,0; dan 136,2 ton CO₂-eq. per tahun. Skenario merubah 50% agroforestri coklat-kopi menjadi agroforestri cengkeh dan karet monokultur atau penurunan laju deforestasi sebesar 50% secara signifikan dapat mengurangi emisi. Selain sebagai unit pengelolaan sumberdaya air, daerah aliran sungai dapat pula digunakan sebagai unit pengelolaan dalam konteks mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci: agroforestri, emisi, perubahan sistem penggunaan lahan, sekuestrasi.

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya alam seringkali dianjurkan untuk mengikuti batas alaminya, yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) agar dapat memberikan manfaat secara berkesinambungan (Gregersen, Ffolliott, & Brooks, 2007). Beberapa manfaat yang dapat diberikan oleh suatu DAS antara lain: air bersih, air irigasi, dan pembangkit listrik; bahan mentah untuk produk kayu, produk pertanian; rekreasi dan turisme; dan keanekaragaman hayati.

Pengelolaan DAS yang baik berpotensi dalam mitigasi perubahan iklim. Sebagai contoh, pengelolaan tanah yang baik akan membantu membatasi dan mengurangi emisi karbon. Tanah dapat mengemisikan karbon (salah satu unsur gas rumah kaca/GRK) melalui proses: (1) erosi dan deposisi, (2) pencucian karbon organik, dan (3) mineralisasi humus (Kimble & Lal, 2000). Namun, tanah dapat mensekuestrasi karbon melalui proses: (1) produksi biomassa, (2) air tanah dan dinamika energi, dan (3) agregasi (Kimble & Lal, 2000). Peningkatan cadangan karbon melalui upaya rehabilitasi hutan dengan tujuan awal memperbaiki lahan kritis di DAS secara langsung akan berdampak pada karbon tersimpan dalam DAS.

Perubahan penggunaan lahan dalam suatu DAS akan mempengaruhi kondisi hidrologi dan dinamika cadangan karbonnya.. Tumbuhan yang merupakan komponen dalam sistem penggunaan lahan secara alami menyerap karbon melalui proses fotosintesis (Atangana, Khana, Chang, & Degrande, 2014). Namun, ketika tumbuhan tersebut mati, akan terjadi emisi karbon karena proses pelapukan.

Kerapatan dan jenis tumbuhan berpengaruh terhadap jumlah karbon yang tersimpan dalam suatu lahan. Hutan dengan jenis tumbuhan berkayu yang rapat memiliki cadangan karbon yang tinggi per satuan luas dibandingkan dengan tanaman semusim misalnya padi (Kurniawan et al., 2010). Agroforestri yang berupa campuran antara tanaman pertanian dan Kehutanan dalam satu bidang lahan merupakan salah satu sistem penggunaan/tutupan lahan yang merupakan alternatif bagi budidaya pertanian yang dapat menyimpan karbon cukup tinggi (Nair, Kumar, & Nair, 2009) dan berpotensi untuk dikembangkan dalam proyek karbon (Wise & Cacho, 2011).

Penelitian-penelitian tentang karbon tersimpan dalam biomassa pada sistem agroforestri telah banyak dilakukan (Nair et al., 2009). Albrecht

and Kandji (2003) menyebutkan bahwa jumlah karbon (C) yang dapat disimpan dalam sistem agroforestri di daerah tropis berkisar antara 12 - 228 ton/ha dengan nilai tengah sebanyak 95 ton/ha. Penelitian yang dilakukan oleh Ginoga, Wulan, and Djaenudin (2004) menunjukkan bahwa agroforestri dapat menyimpan karbon antara 20-25 pada agroforestri yang didominasi oleh sengon (89%) di Tasikmalaya dan 53-92 ton/ha pada agroforestri yang kayu afrika, sengon dan mahoni (70%) di Ciamis. Wardah, Toknok, and Zulkhaidah (2011) menemukan bahwa sistem agroforestri kompleks yang didominasi oleh kemiri, palem, dan ficus (75%), serta coklat (25%) yang ada di zona penyangga Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah dapat menyimpan karbon hingga 209 ton/ha. Sementara itu, agroforestri sederhana yang didominasi oleh coklat (70%) dan kemiri (30%) di lokasi yang sama menyimpan karbon sebesar 126 ton/ha. Sebuah studi yang cukup komprehensif pada beberapa penggunaan lahan di Indonesia menunjukkan bahwa agroforestri dapat menyimpan karbon antara 17 ton/ha (agroforestri kopi) hingga 115 ton/ha (agroforestri damar) (Swallow *et al.*, 2007).

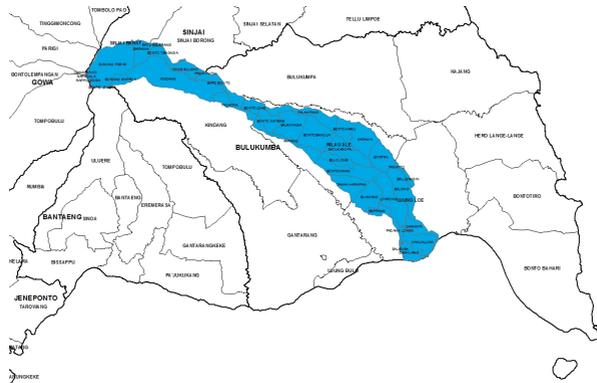
Praktek agroforestri telah cukup lama dilakukan oleh masyarakat di wilayah DAS Balangtieng, yang sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Pada umumnya, tipe agroforestri yang dilakukan oleh masyarakat dapat dibedakan berdasarkan lokasinya (yaitu hulu, tengah dan hilir). Praktek agroforestri di hulu umumnya adalah sistem agroforestri sederhana coklat, kopi, dan cengkeh. Sementara itu, di tengah sistem agroforestri yang dilakukan masyarakat adalah jambu mete dan sebagian kebun campur dan cengkeh. Sedangkan di hilir, sistem agroforestri yang dilakukan adalah sistem kelapa dan sedikit kebun campur. Dinamika perubahan sistem penggunaan lahan telah berdampak bagi sistem tata air (hidrologi) dan emisi dan sekuestrasi karbon. Kuantifikasi jasa lingkungan sistem agroforestri terhadap hidrologi dan karbon dalam suatu unit DAS menarik untuk dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika emisi dan sekuestrasi karbon yang terjadi karena perubahan penggunaan lahan di DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi bagi pengambil kebijakan di Kabupaten Bulukumba dalam menentukan arah pembangunan yang berorientasi ekonomi dan rendah emisi.

II. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Balangtieng (Gambar 1), yang secara administratif berada di tiga kabupaten, yaitu: Kab. Bulukumba, Kab. Bantaeng, dan Kab. Sinjai. Sebagian besar wilayah DAS Balangtieng berada di Kab. Bulukumba yang merupakan salah satu lokasi kegiatan *Project AgFor (Agroforestry and Forestry)*. Lokasi ini memiliki daerah dengan tutupan hutan yang masih relatif terjaga seluas ± 612 ha pada tahun 2009 tetapi secara historis pernah mengalami tekanan yang berat berupa alih guna lahan.



Gambar 1. DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan

B. Analisis Data

Analisis untuk mengetahui dinamika cadangan karbon tingkat bentang lahan dalam bentuk emisi, sekuestrasi dan net emisi dihitung dengan menggunakan dua data, yaitu: (1) data faktor emisi dan (2) data aktivitas. Data faktor emisi yang berupa nilai cadangan karbon tingkat lahan dihitung dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh World Agroforestry Centre (Hairiah, Ekadinata, Sari, & Rahayu, 2011). Dalam penelitian ini data faktor emisi menggunakan data hasil pengukuran cadangan

karbon tingkat petak contoh dan tingkat lahan yang dilakukan oleh Siraudin (Bab III buku ini). Karena keterbatasan waktu dan biaya, data faktor emisi yang tidak ada dalam hasil pengukuran langsung di lapangan tetapi ditemukan di lokasi kajian diambil dari data sekunder yang dipublikasi oleh (Ekadinata et al., 2010).

Data aktivitas diperoleh dari analisis peta tutupan lahan tahun 1989, 1999 dan 2009 yang dibuat oleh World Agroforestry Centre untuk mengetahui perubahan tutupan/penggunaan lahan tingkat bentang lahan di DAS Balangtieng dan luas perubahan yang terjadi. Pengecekan lapangan sebagai validasi data dilakukan dengan menandai titik-titik koordinat contoh di peta penggunaan lahan tahun 2009 dan mencocokkan sistem penggunaan lahan yang ada dalam peta dengan kondisi aktual di lapangan. Analisis cadangan karbon tingkat bentang lahan dilakukan dengan menggunakan software REDD ABACUS/*Abatement Cost Curves* SP yang dikembangkan oleh World Agroforestry Centre (Harja, Dewi, Noordwijk, Ekadinata, & Rahmanulloh, 2011).

Rata-rata cadangan karbon dalam tiap sistem penggunaan lahan yang dikaji mengacu pada hasil pengukuran langsung lapangan dan data sekunder (Tabel 1). Sistem hutan alam tak terganggu memiliki cadangan karbon tertinggi dengan nilai 284,1 ton C per ha. Sistem agroforestri yang dapat menyimpan karbon tertinggi adalah kebun campuran, yaitu dapat menyimpan karbon sebanyak 90,6 ton C per ha. Sementara itu, sistem pertanian (sawah dan hortikultura), padang rumput dan tanah terbuka hanya menyimpan karbon kurang dari 2 ton C per ha.

Tabel 1. Cadangan karbon pada berbagai sistem penggunaan lahan yang digunakan sebagai faktor emisi di DAS Balangtieng

No	Sistem penggunaan lahan	Rata-rata Cadangan karbon (ton/ha)	Simpangan baku	Sumber
1	Hutan tak terganggu	284,1	63,7	Ekadinata et al. (2010)
2	Hutan bekas tebangan kerapatan tinggi	189,6	82,6	Ekadinata et al. (2010)

No	Sistem penggunaan lahan	Rata-rata Cadangan karbon (ton/ha)	Simpangan baku	Sumber
3	Hutan bekas tebangan kerapatan rendah	189,6	82,6	Ekadinata et al. (2010)
4	Kebun campuran	90,6	20,9	Pengukuran langsung
5	Agroforestri cengkeh	49,9	26,1	Pengukuran langsung
6	Agroforestri kelapa	49,2	23,6	Pengukuran langsung
7	Agroforestri mete	42,7	5,2	Pengukuran langsung
8	Agroforestri randu	42,5	11,1	Diasumsikan sama dengan hutan tanaman (Ekadinata et al., 2010)
9	Kebun karet	41,1	33	Ekadinata et al. (2010)
10	Agroforestri coklat-kopi	31,2	15,1	Pengukuran langsung
11	Pemukiman	27,4	48	Ekadinata et al. (2010)
12	Belukar	22,1	33,7	Ekadinata et al. (2010)
13	Tanah terbuka	1,5	0,7	Ekadinata et al. (2010)
14	Padang rumput	1,5	0,7	Ekadinata et al. (2010)

No	Sistem penggunaan lahan	Rata-rata Cadangan karbon (ton/ha)	Simpangan baku	Sumber
15	Sawah	1	0,6	Ekadinata et al. (2010)
16	Tanaman pertanian lain	0,7	-	Ekadinata et al. (2010)
17	Tidak ada data	0	-	Ekadinata et al. (2010)
18	Tubuh air	0	-	Ekadinata et al. (2010)

Model simulasi penggunaan lahan Markov (Burnham, 1973; Takada, Miyamoto, & Hasegawa, 2010) digunakan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan. Model ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu: matriks transisi perubahan penggunaan lahan dan matriks transisi probabilitas perubahan penggunaan lahan. Estimasi probabilitas perubahan penggunaan lahan dari satu kelas ke kelas lainnya dilakukan dengan mengacu pada sejarah penggunaan lahan. Matriks transisi merupakan matriks yang berisi perubahan penggunaan lahan dari satu kelas penggunaan lahan ke kelas lainnya dalam dua periode observasi. Sementara itu, matriks transisi probabilitas merupakan probabilitas suatu lahan yang berubah dari satu kelas ke kelas lainnya.

Luas penggunaan lahan pada waktu ke t dinotasikan dengan vektor baris $\mathbf{x}_t = [x_{it}]$, di mana x_{it} merupakan kelas penggunaan lahan $i = \{1, \dots, n\}$. Pada waktu $t + c$, kelas penggunaan lahan direpresentasikan dengan vektor baris $\mathbf{x}_{t+c} = [x_{j,t+c}]$, di mana $x_{j,t+c}$ merupakan kelas penggunaan lahan $j = \{1, \dots, n\}$. Jumlah tahun antara waktu t dan waktu berikutnya yang diobservasi direpresentasikan dengan c . Matriks transisi penggunaan lahan disajikan dalam matriks \mathbf{A} sebagai berikut:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Matriks \mathbf{A} merupakan matriks $n \times n$ yang terdiri dari suatu area \mathbf{a} yang pada waktu \mathbf{t} merupakan kelas penggunaan lahan \mathbf{i} , dan berubah menjadi kelas penggunaan lahan \mathbf{j} pada waktu $\mathbf{t} + \mathbf{c}$.

Dinamika cadangan karbon tingkat bentang lahan dihitung berdasarkan data perubahan faktor emisi dikalikan dengan luas perubahan penggunaan lahan antar dua waktu pengamatan. Rata-rata cadangan karbon dalam suatu sistem penggunaan lahan (faktor emisi) dinotasikan sebagai vektor $\mathbf{s}_t = [s_{it}]$, di mana s_{it} merupakan rata-rata cadangan karbon dari kelas penggunaan lahan $\mathbf{i}, \mathbf{j} = \{1, \dots, \mathbf{n}\}$. Perubahan rata-rata cadangan karbon dari kelas penggunaan lahan \mathbf{i} menjadi \mathbf{j} , maka vektor \mathbf{s}_t yang merupakan vektor berdimensi $n \times 1$ dikalikan dengan vektor berdimensi $1 \times n$ yang semua elemennya adalah 1. Hasil dari perkalian ini menghasilkan matriks \mathbf{F} , yang merupakan matriks $n \times n$. Matriks perbedaan rata-rata cadangan karbon kelas penggunaan lahan \mathbf{D} diperoleh dengan melakukan pengurangan matriks \mathbf{F} dengan matriks \mathbf{F}' : $\mathbf{D} = \mathbf{F} - \mathbf{F}'$

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix}$$

Emisi terjadi apabila pada tahun ke \mathbf{t} penggunaan lahan \mathbf{i} memiliki cadangan karbon lebih besar dibandingkan penggunaan lahan \mathbf{j} pada tahun ke $\mathbf{t} + \mathbf{c}$. Sementara itu, sekuestrasi terjadi apabila penggunaan lahan \mathbf{i} pada tahun ke \mathbf{t} memiliki cadangan karbon lebih karbon dibandingkan penggunaan lahan \mathbf{j} pada tahun ke $\mathbf{t} + \mathbf{c}$. Jumlah emisi/sekuestrasi dari perubahan penggunaan lahan merupakan perkalian antara matriks \mathbf{A} dengan \mathbf{D} , yang menghasilkan matriks \mathbf{E} . Total emisi/sekuestrasi dari perubahan penggunaan lahan selama kurun waktu \mathbf{c} merupakan penjumlahan semua elemen dalam matriks \mathbf{E} ($\sum e_{ij}$). Skenario perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan merubah matriks \mathbf{A} .

C. Skenario Perubahan Sistem Penggunaan Lahan

Skenario perubahan penggunaan lahan dilakukan untuk mengetahui dinamika cadangan karbon yang terjadi dari perubahan sistem penggunaan lahan, sehingga dapat diperkirakan emisi dan sekuestrasi yang terjadi antar waktu (Harja, et al, 2011). Berdasarkan skenario tersebut maka emisi dan sekuestrasi pada periode waktu tertentu di masa yang akan datang dapat diperkirakan.

Dalam penelitian ini, skenario perubahan penggunaan lahan dibangun berdasarkan informasi dari masyarakat mengenai potensi perubahan sistem penggunaan lahan di DAS Balangtieng, yaitu adanya keinginan masyarakat untuk merubah agroforestri coklat-kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu DAS, dan menjadi karet monokultur di bagian tengah dan hilir. Selain potensi perubahan lahan, skenario juga didasarkan pada asumsi peneliti, yaitu laju deforestasi yang cukup tinggi pada periode 1999 - 2009 dapat dikurangi sebesar 50% pada periode 2009 - 2029.

Skenario digunakan untuk memproyeksikan emisi dan sekuestrasi yang terjadi antara tahun 2009 - 2029 dengan asumsi kecenderungan perubahan penggunaan lahan sama antara tahun 1989-2009. Baseline emisi yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti Santilli et al. (2005) yaitu sejarah perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Berdasarkan potensi perubahan penggunaan lahan dan asumsi-asumsi tersebut di atas, penelitian ini memproyeksi emisi dan sekuestrasi karbon berdasarkan 4 skenario perubahan penggunaan lahan, yaitu:

1. Skenario 1: perubahan 50% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir DAS
2. Skenario 2: perubahan 25% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir DAS
3. Skenario 3: perubahan 50% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir DAS dengan penurunan laju deforestasi sebesar 50%
4. Skenario 4: perubahan 25% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir DAS dengan penurunan laju deforestasi sebesar 50%

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Emisi Historis DAS Balangtieng

1. Perubahan tutupan/penggunaan lahan sebagai data aktivitas

Dileniasi citra satelit di DAS Balangtieng mengidentifikasi 18 kelas tutupan/penggunaan lahan pada tahun 1989 dan 1999, tetapi berkurang menjadi 17 pada tahun 2009. Pengurangan kelas tutupan/penggunaan lahan terjadi karena tertutup oleh awan yang disebutkan sebagai tidak ada data. Luas masing-masing penggunaan lahan mengalami perubahan antara tahun 1989, 1999, dan 2009 (Tabel 2).

Tabel 2. Luasan berbagai penggunaan lahan di DAS Balangtieng pada tahun 1989, 1999 dan 2009

Sistem penggunaan lahan	Luas (ha)		
	1989	1999	2009
Agroforestri coklat-kopi	1.783	1.949	4.295
Agroforestri mete	1.269	1.062	249
Tanah terbuka	202	435	49
Agroforestri cengkeh	4.270	3.940	3.446
Agroforestri kelapa	529	933	611
Padang rumput	236	463	637
Hutan bekas tebangan kerapatan tinggi	1.653	1.439	1.124
Hutan bekas tebangan kerapatan rendah	839	829	345
Kebun campuran	2.664	1.968	2.76
Tidak ada data	8	8	8
Tanaman pertanian lain	596	612	1.674
Agroforestri randu	101	168	
Sawah	3.399	3.673	3.517
Kebun karet	79	80	97
Pemukiman	127	203	512
Belukar	588	619	44
Hutan tak terganggu	1.633	1.595	612
Tubuh air	258	258	258
Jumlah	20.236	20.236	20.236

Agroforestri coklat-kopi mengalami peningkatan luasan cukup signifikan, dari 1.783 ha tahun 1989, 1.949 ha tahun 1999 menjadi 4.295 ha tahun 2009. Coklat dan kopi merupakan komoditi unggulan pada kurun waktu 1999 - 2009, sehingga masyarakat sangat antusias menanam coklat dan kopi. Sementara, luasan agroforestri mete mengalami penurunan yang cukup tajam, yaitu dari 1.269 ha tahun 1989, 1.062 ha tahun 1999 menjadi 249 ha tahun 2009. Menurunnya profitabilitas dan kendala produksi mete menyebabkan masyarakat merubah lahannya menjadi penggunaan lahan lain yang dianggap lebih menguntungkan. Laju deforestasi terjadi cukup tinggi antara tahun 1999-2009 yang ditunjukkan oleh penurunan luas hutan tak terganggu dari 1.595 ha menjadi 612 ha. Perubahan penggunaan lahan di DAS Balangtieng pada periode tahun 1989-2009 disajikan dalam Tabel 3 dan 4. Nilai emisi dari perubahan penggunaan lahan periode tahun 1989-2009 disajikan dalam Lampiran 1 dan 2.

Tabel 3. Matriks transisi perubahan penggunaan lahan tahun 1989-1999 (dalam ha)

	Agroforestri coklat-kopi	Agroforestri mete	Tanah terbuka	Agroforestri cengkeh	Agroforestri kelapa	Padang rumput	Hutan bekas tebanan intensitas tinggi	Hutan bekas tebanan intensitas rendah	Kebun campur	Tidak ada data	Tanaman pertanian lain	Agroforestri randu	Sawah	Kebun karet	Pemukiman	Belukar	Hutan tak terganggu	Tubuh air	Jumlah
Agroforestri coklat-kopi	1194	23	14	231	92	19			33		14		125		5	35			1783
Agroforestri mete	60	666	25	102	21	35			69		26		51		23	34			1269
Tanah terbuka	17	147	15	7	1	1			16		0								203
Agroforestri cengkeh	165	91	43	2888	237	108			200		26		5		15	182			4270
Agroforestri kelapa	10	4	3	46	428	1			8		2		0			11			530
Padang rumput			5				223			0					8				
Hutan bekas tebanan intensitas tinggi	12	2	7	6			1439		169	6	6	2	6						1653
Hutan bekas tebanan intensitas rendah	3	7	7	127	2			651	10		6	2	10		14	0			839
Kebun campur	455	66	32	353	76	26		1462			12	7	147	0	6	22			2664
Tidak ada data												8							
Tanaman pertanian lain			26	16	26	12	5			35		463		4	0	0	9		
Agroforestri randu							0		0						101				
Sawah	6	121	103	132	44	31		85			41		2788	10	38				3399
Kebun karet																		79	
Pemukiman																		127	
Belukar	19	53	38	11	13	13		41			16		98	3	284				588
Hutan tak terganggu	10			3			0	10	3				6		6	1595			1633
Tubuh air																			
Jumlah	1949	1062	435	3940	934	463	1439	830	1968	8	612	168	3673	80	203	619	1595	258	20236

Tabel 4. Matriks transisi perubahan system penggunaan lahan tahun 1999 – 2009 (ha)

	Agroforestri coklat-kopi	Agroforestri mete	Tanah terbuka	Agroforestri cengkeh	Agroforestri kelapa	Padang rumput	Hutan bekas tebang intensitas tinggi	Hutan bekas tebang intensitas rendah	Kebun campuran	Tidak ada data	Tanaman per-tanaman lain	Agroforestri randu	Sawah	Kebun karet	Pemukiman	Belukar	Hutan tak terganggu	Tubuh air
Agroforestri coklat-kopi	1271	13	245	40	43	137	47	130	5	20	1	1949						
Agroforestri mete	298	106	7	14	39	63	88	196	1	47	4	1062						
Tanah terbuka	35	1	9	24	12	12	95	121	115	10		435						
Agroforestri cengkeh	1281	17	1584	68	119	35	442	90	326	13	2	3940						
Agroforestri kelapa	134	22	0	286	176	35	130	29	111	0	9	934						
Padang rumput	63	5	72	5	122		68	24	87	2	8	463						
Hutan bekas tebang intensitas tinggi	1		207	8	4	823	159	173	44	21	0	1439						
Hutan bekas tebang intensitas rendah	75	5	1	152	34	24	102	158	145	118	17	830						
Kebun campuran	413	25	1	305	56	72	736	93	193	6	66	1968						
Tidak ada data							8											
Tanaman pertanian lain	28	6	1	20	5	10	17	405	113	2	6	612						
Agroforestri randu	4	0	77	1	60		19	1	3	1	2	168						
Sawah	329	31	30	196	93	40	321	526	1979	4	104	20	3673					
Kebun karet	0				1			0	77		1	80						
Pemukiman												203						
Belukar	185	13	1	137	40	21	92	43	82	0	6	619						
Hutan tak terganggu	178	6	128	35	14	301	83	172	19	45	2	1595						
Tubuh air												258						
Jumlah	4295	249	49	3446	611	637	1124	345	2760	8	1674	3517	97	512	44	612	258	20236

2. Dinamika cadangan karbon tingkat bentang lahan

Dinamika cadangan karbon tingkat bentang lahan ditunjukkan oleh adanya emisi dan sekuestrasi karbon dari perubahan penggunaan lahan di DAS Balangtieng dalam kurun waktu 1989 - 1999 dan 1999 - 2009 (Tabel 5).

Tabel 5. Emisi dan sekuestrasi karbon di DAS Balangtieng pada periode 1989-1999 dan 1999-2009

No	Variabel	Periode	
		1989-1999	1999-2009
1	Emisi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	1,5	9,4
2	Sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	0,5	2,7
3	Total emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	30.729	190.174
4	Total sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/tahun)	10.565	53.980
5	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	1	6,7
6	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	20.164	136.193

Peningkatan emisi pada periode tahun 1999-2009 lebih besar dibandingkan tahun 1989-1999 karena meningkatnya deforestasi. Total emisi di DAS Balangtieng pada periode tahun 1989-1999 sebesar 30.729 ton CO₂ eq./tahun yang disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan dari kebun campuran menjadi agroforestri coklat-kopi dan agroforestri cengkeh, tetapi meningkat menjadi 190.174 ton CO₂-eq./tahun pada periode 1999-2009, yang terutama disebabkan oleh perubahan lahan dari hutan alam menjadi agroforestri coklat-kopi, kebun campuran, agroforestri cengkeh, dan hutan bekas tebangan. Sementara, total sekuestrasi sebesar 10.565 ton CO₂ eq./tahun pada periode 1989-1999 terutama disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan sawah menjadi kebun campur dan agroforestri cengkeh dan meningkat menjadi 53.980 ton CO₂ eq./tahun pada periode 1999-2009 yang terutama disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan sawah, agroforestri (cengkeh, coklat-kopi), tanah terbuka menjadi kebun campuran.

Berdasarkan data total emisi dan sekuestrasi, nilai total net emisi (emisi dikurangi dengan sekuestrasi) periode 1989 - 1999 adalah sebesar

20.164 ton CO₂ eq./tahun , tetapi meningkat menjadi 136.193 ton CO₂ eq./tahun pada periode 1999-2009.

B. Emisi DAS Balangtieng dengan berbagai skenario penggunaan lahan

Perhitungan emisi dengan skenario perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan merubah baris pada matriks transisi tahun 1999-2009 sesuai skenario yang diinginkan Tabel Lampiran 5).

Skenario 1

Hasil perhitungan emisi dan sekuestrasi berdasarkan skenario 1, yaitu perubahan 50% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir DAS menunjukkan adanya penurunan net emisi dari 136.193 ton CO₂-eq./tahun pada periode 1999-2009 menjadi 69.273 ton CO₂-eq./tahun pada periode 2009-2019 dan 39.334 ton CO₂-eq./tahun pada periode 2019-2029 (Tabel 6).

Tabel 6. Emisi dan sekuestrasi karbon di DAS Balangtieng pada berdasarkan skenario 1

No	Variabel	Periode		
		1999-2009	2009-2019	2019-2029
1	Emisi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	9,4	6,2	4,6
2	Sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	2,7	3,9	3,7
3	Total emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	190.174	124.828	92.101
4	Total sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/tahun)	53.980	55.555	52.767
5	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	6,7	3,4	1,9
6	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	136.193	69.273	39.334

Penurunan laju emisi terjadi pada periode 2009-2029, dari 190.174 ton CO₂ eq. /tahun pada tahun 1999 - 2009 menjadi 124.723 ton CO₂ eq./tahun dan 92.101 ton CO₂ eq./tahun pada periode 2009-2019 dan 2019-2029. Perubahan agroforestri coklat dan kopi yang memiliki cadangan

karbon lebih rendah dibandingkan agroforestri cengkeh dan karet monokultur menyebabkan tingginya sekuestrasi karbon pada skenario ini, yaitu dari sebesar 53.980 ton CO₂ eq./tahun pada tahun 1999-2009 menjadi 55.555 ton CO₂ eq./tahun, tetapi menurun pada periode 2019-2029 menjadi 52.767 ton CO₂ eq./tahun. Namun demikian, laju emisi berdasarkan skenario ini menurun, karena pada tingkat deforestasi yang sama dengan tingkat deforestasi tahun 1999-2009, dengan luas hutan yang lebih rendah maka laju emisinya pun menjadi lebih rendah. Keinginan masyarakat untuk mengubah 50% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh dan karet monokultur berpotensi menurunkan net emisi di DAS Balangtieng pada laju deforestasi tetap seperti pada periode 1999-2009.

Skenario 2

Perhitungan perubahan emisi dan sekuestrasi dilakukan dengan mengubah baris agroforestri coklat dan kopi pada matriks transisi sesuai skenario 2, yaitu 25% agroforestri coklat kopi berubah menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir (Tabel 7 dan Lampiran 4). Dasar pembuatan skenario 2 ini adalah adanya kendala teknis (misalnya pengetahuan masyarakat akan teknik budidaya cengkeh yang belum maksimal) dan ekonomi (misalnya investasi budidaya cengkeh) yang dihadapi oleh masyarakat dalam merubah sistem penggunaan lahan.

Skenario 2 menghasilkan penurunan net emisi dari 136,2 ton CO₂-eq. pada periode 1999 - 2009 menjadi 71,9 dan 40,1 ton CO₂-eq. pada periode 2009 - 2019 dan 2019 - 2029 (Tabel 7).

Tabel 7. Emisi dan sekuestrasi karbon di DAS Balangtieng pada tahun berdasarkan skenario 2

No	Variabel	Periode		
		1999-2009	2009-2019	2019-2029
1	Emisi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	9,4	6,2	4,6
2	Sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	2,7	2,6	2,6
3	Total emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	190.174	124.723	92.603
4	Total sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/tahun)	53.980	79.050	73.870

No	Variabel	Periode		
		1999-2009	2009-2019	2019-2029
5	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	6,7	3,6	2,0
6	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	136.193	45.673	18.734

Emisi total di DAS Balangtieng menurun dari 190.174 ton CO₂ eq./tahun pada tahun 1999-2009 menjadi 124.828 dan 92.591 ton CO₂ eq./tahun pada tahun 2009-2019 dan tahun 2019-2029. Sekuestrasi pada skenario 2 periode 2009 - 2019 lebih besar bila dibandingkan skenario 1, tetapi pada periode 2019 - 2029 hampir sama. Perubahan sebesar 25% dari agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh dan karet monokultur hanya berdampak kecil terhadap sekuestrasi karbon. Pada skenario 2, sekuestrasi di DAS Balangtieng menurun dari 53.980 ton CO₂ eq./tahun pada periode 1999-2009 menjadi 52.891 dan 52.528 CO₂ eq./tahun pada periode 2009-2019 dan 2019-2029. Net emisi menurun dari 136.193 ton CO₂ eq./tahun pada tahun 1999-2009 menjadi 71.937 dan 40.063 ton CO₂ eq./tahun pada periode 2009-2019 dan 2019-2029. Penambahan penambatan karbon yang diperoleh dengan mengubah 25% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh dan karet monokultur berpotensi menurunkan emisi di DAS Balangtieng, dengan tanpa mengurangi laju deforestasinya.

Skenario 3

Pada skenario ini, selain merubah agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh dan karet monokultur, juga diasumsikan bahwa laju deforestasi menurun sebesar 50% dari laju deforestasi pada tahun 1999-2009. Perhitungan dilakukan dengan mengubah elemen matriks transisi pada skenario 1 dari sistem penggunaan lahan hutan ke sistem penggunaan lahan lain menjadi setengahnya (50% deforestasi) dan menambahkan hasil pengurangan tersebut di sistem penggunaan lahan hutan (Lampiran 5). Skenario ini menghasilkan total emisi dari pengurangan laju deforestasi cukup signifikan, dari 190.174 ton CO₂-eq./tahun pada tahun 1999 - 2009 menjadi 112.382 pada tahun 2009-2019, dan 88.827 ton CO₂-eq./tahun pada tahun 2019-2029 (Tabel 8). Walaupun total sekuestrasi di DAS Balangtieng pada skenario 3 hampir sama dengan skenario 1,

tetapi net emisi pada pada skenario 3 lebih kecil dibandingkan skenario 1 karena adanya pengurangan laju deforestasi yang berakibat pada lebih rendahnya total emisi yang terjadi.

Tabel 8. Emisi dan sekuestrasi karbon di DAS Balangtieng pada skenario 3

No	Variabel	Periode		
		1999-2009	2009-2019	2019-2029
1	Emisi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	9,4	5,6	4,4
2	Sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	2,7	2,8	3,6
3	Total emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	190.174	112.382	88.827
4	Total sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/tahun)	53.980	55.555	52.492
5	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	6,7	2,8	1,8
6	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	136.193	56.827	36.335

Skenario 4

Pada skenario 4, laju deforestasi diasumsikan turun sebesar 50%, 25% agroforestri coklat dan kopi diubah menjadi agroforestri cengkeh dan karet monokultur. Penghitungan dilakukan dengan matriks transisi perubahan sistem penggunaan lahan skenario 4 (Tabel 9 dan Lampiran 6). Skenario 4 menunjukkan penurunan total emisi dari pengurangan laju deforestasi cukup signifikan, dari 190.174 ton CO₂-eq./tahun pada periode 1999 - 2009 menjadi 112.382 pada periode 2009-2019, dan 89.317 ton CO₂-eq./tahun pada periode 2019-2029 (Tabel 7). Walaupun total sekuestrasi di DAS Balangtieng pada skenario 4 hampir sama dengan total sekuestrasi pada skenario 2, tetapi net emisi pada pada skenario 4 lebih kecil dibandingkan skenario 2. Hal ini menunjukkan bahwa skenario pengurangan laju deforestasi cukup efektif dalam mengurangi emisi yang terjadi.

Tabel 9. Emisi dan sekuestrasi karbon di DAS Balangtieng berdasarkan skenario 4

No	Variabel	Periode		
		1999-2009	2009-2019	2019-2029
1	Emisi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	9,4	5,6	4,4
2	Sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/ha/tahun)	2,7	2,6	2,6
3	Total emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	190.174	112.382	89.317

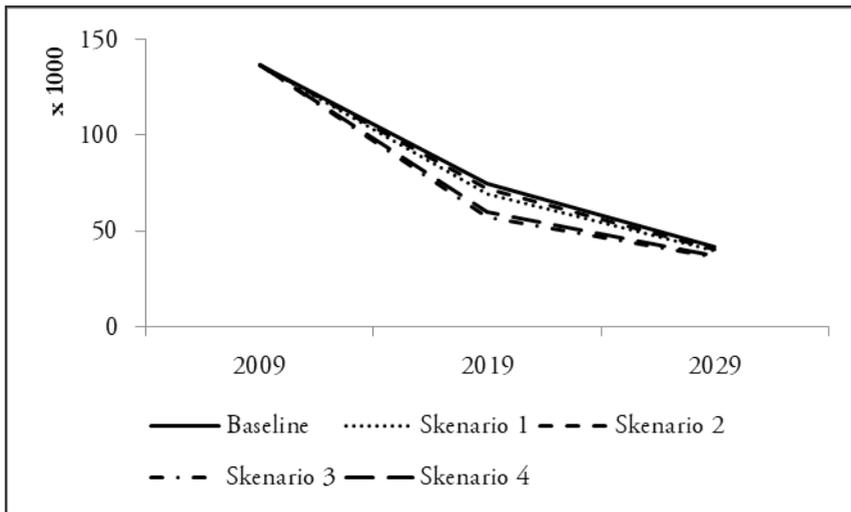
No	Variabel	Periode		
		1999-2009	2009-2019	2019-2029
4	Total sekuestrasi (ton CO ₂ -eq/tahun)	53.980	52.891	52.274
5	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	6,7	2,9	1,8
6	Net emisi (ton CO ₂ -eq/tahun)	136.193	59.491	37.043

C. Perbandingan Net Emisi Baseline dengan empat Skenario Perubahan Penggunaan Lahan

Net emisi terendah antara periode 2009-2029 diproyeksikan terjadi pada skenario 3 (Tabel 10 dan Gambar 2).

Tabel 10. Perbandingan net emisi baseline dengan empat skenario penggunaan lahan di DAS Balangtieng pada periode 2009-2029

Tahun	CO ₂ -eq. (ton/tahun)				
	Baseline	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
2009-2019	74.550	69.273	71.937	56.827	59.491
2019-2029	41.625	39.334	40.063	36.335	37.043



Gambar 2. Perbandingan net emisi baseline dengan skenario 1 - 4 di DAS Balangtieng tahun 2009-2029

IV. KESIMPULAN

Total emisi, sekuestrasi, dan net emisi di DAS Balangtieng pada periode 1989-1999 secara berturut-turut adalah 30.729, 10.565, dan 20.164 ton CO₂-eq./tahun. Peningkatan total emisi, sekuestrasi, dan net emisi terjadi pada periode 1999-2009 secara berturut-turut menjadi 190.174, 53.980, dan 136.193 ton CO₂-eq./tahun. Skenario penggunaan lahan dengan mengubah 50% agroforestri coklat dan kopi menjadi agroforestri cengkeh di bagian hulu DAS dan karet monokultur di bagian tengah dan hilir DAS serta mengurangi laju deforestasi sebesar 50% berpotensi mengurangi emisi sebesar 13% dari baseline.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrecht, A., & Kandji, S. T. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 99, 15-27.
- Atangana, A., Khasa, D., Chang, S., & Degrande, A. (2014). *Tropical Agroforestry*: Springer.
- Burnham, B. O. (1973). Markove Intertemporal Land Use Simulation Model.
- Ekadinata, A., Rahmanulloh, A., Pambuhi, F., Ibrahim, I., Noordwijk, M. v., Sofiyudin, M., . . . Said, Z. (2010). *Carbon emissions from land use, land use change and forestry (LULUCF) in Berau District, East Kalimantan, Indonesia*. Retrieved from Bogor Indonesia:
- Ginoga, K., Wulan, Y. C., & Djaenudin, D. (2004). *Potential of Indonesian smallholder agroforestry in the CDM: a case study in the upper Citanduy watershed area*. Pusat Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan. Bogor Indonesia.
- Gregersen, H. M., Ffolliott, P. F., & Brooks, K. N. (2007). *Integrated watershed management: Connecting people to their land and water*. CAB International.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. (2011). *Pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan*. Bogor Indonesia: World Agroforestry Center.
- Harja, D., Dewi, S., Noordwijk, M. v., Ekadinata, A., & Rahmanulloh, A. (2011). *REDD Abacus SP: User Manual and Software*. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Center.
- Kimble, J. M., & Lal, R. (2000). *Watershed management for mitigating the greenhouse effect*. CRC Press.

- Kurniawan, S., Prayogo, C., Widiyanto, Zulkarnain, M. T., Lestari, N. D., Aini, F. K., & Hairiah, K. (2010). *Estimasi karbon tersimpan di lahan-lahan pertanian DAS Konto, Jawa Timur: RACSA (Rapid Carbon Stock Appraisal)*. Working Paper 120. Bogor, Indonesia.
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition Soil Science*, 172, 10-23.
- Santilli, M., Moutinho, P., Schwartzman, S., Nepstad, D., Curran, L., & Nobre, C. (2005). Tropical Deforestation and the Kyoto Protocol. *Climatic Change*, 71(3), 267-276. doi:10.1007/s10584-005-8074-6
- Swallow, B., Noordwijk, M. v., Dewi, S., Murdiyarso, D., White, D., Gockowski, J., . . . Weise, S. (2007). *Opportunities for avoided deforestation with sustainable benefits*. Retrieved from Nairobi, Kenya:
- Takada, T., Miyamoto, A., & Hasegawa, S. (2010). Derivation of a yearly transition probability matrix for land-use dynamics and its applications. *Landscape Ecology*, 25(4), 561-572. doi:10.1007/s10980-009-9433-x
- Wardah, Toknok, B., & Zulkhaidah. (2011). Carbon stock of agroforestry systems at adjacent buffer zone of Lore Lindu National Park, Central Sulawesi. *Journal of Tropical Soils*, 16(2), 123-128.
- Wise, R. M., & Cacho, O. J. (2011). A bioeconomic analysis of the potential of Indonesian agroforests as carbon sinks. *Environmental Science & Policy*, 14, 451-461.

Keanekaragaman Jenis Pohon pada Sistem Agroforestri di DAS Balangtieng

Aji Winara dan Ary Widiyanto

ABSTRAK

Keberadaan pohon di Daerah Aliran Sungai (DAS) Balangtieng sangat penting untuk menjaga fungsi hidrologis. Sistem agroforestri dengan berbagai jenis pohon yang dipraktekkan oleh masyarakat menjadi jalan tengah antara kepentingan ekonomi dan ekologi. Pemilihan beragam jenis pohon yang tepat yang ditanam dalam sistem agroforestry, selain menjamin keberlangsungan pencapaian kebutuhan ekonomi bagi masyarakat juga memberikan manfaat secara ekologi yang dikenal sebagai jasa lingkungan. Penelitian mengenai keanekaragaman jenis pohon dilaksanakan pada Bulan April-Mei 2015 dengan metode Quick Biodiversity Survey (QBS) pada agroforestri kelapa, agroforestri jambu mete, agroforestri coklat, agroforestri cengkeh, agroforestri kopi, kebun campuran, hutan sekunder dan hutan primer, total 120 plot. Analisa data dilakukan dengan melihat nilai Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon dan Indeks Kesamaan Jenis Sorrensen. Hasil Penelitian menunjukkan sebanyak 109 jenis pohon ditemukan pada beberapa sistem agroforestri meliputi 26 jenis pada agroforestri kelapa, 8 jenis pada agroforestri jambu mete, 29 jenis pada agroforestri coklat, 16 jenis pada agroforestri cengkeh, 17 jenis pada agroforestri kopi dan 49 jenis pada kebun campuran. Tingkat keanekaragaman jenis pohon pada sistem agroforestri yang dikelola secara intensif tergolong rendah hingga sedang karena didominasi oleh jenis komoditas utama masing-masing agroforestri (kelapa, jambu mete, coklat, kopi dan cengkeh). Tingkat keanekaragaman jenis lebih tinggi ditemukan pada kebun campur. Tingkat kesamaan komunitas jenis pohon antar sistem agroforestri tergolong rendah hingga sedang karena adanya preferensi yang sama dalam pemilihan

*jenis pohon yang ditanam oleh masyarakat. Hampir tidak ada jenis pohon hutan yang ditanam pada sistem agroforestri kecuali Biti (*Vitex cofassus*) yang dianggap sebagai pohon penting dalam kearifan lokal masyarakat. Pengayaan keragaman jenis pohon pada beberapa agroforestri intensif dapat dilakukan melalui penambahan jenis tanaman MPIS (*multy purpose tree species*) yang bernilai ekonomi seperti jenis buah-buahan, dan ditanam pada areal pinggiran lahan sekaligus sebagai tanaman pagar .*

Kata kunci: agroforestri, DAS Balangtieng, keanekaragaman jenis pohon, Sulawesi Selatan

I. PENDAHULUAN

Agroforestri adalah hutan buatan pada lahan-lahan pertanian yang didominasi tanaman serbaguna yang dibangun petani membentuk pola sederhana atau kompleks (ICRAF, 2000). Sistem agroforestri mensyaratkan adanya kehadiran pohon sebagai perwakilan ekosistem hutan, sedangkan tanaman di bawah atau sekitarnya biasanya diisi oleh komoditi pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan dengan berbagai macam tujuan. Hadirnya sebuah sistem agroforestri memberikan banyak manfaat dan nilai tambah dalam sistem budidaya yang sedang dibangun baik manfaat ekonomi, sosial dan ekologi. Kumar et.al., (2008) menyatakan secara ekologi, sistem agroforestri memberikan manfaat positif dalam meningkatkan kesuburan tanah dan iklim mikro, memperbaiki kualitas air, pengendalian hama penyakit dan gulma, melindungi keragaman hayati, meningkatkan keamanan pangan dan pengentasan kemiskinan, penyerapan karbon dan mitigasi gas rumah kaca, fitoremediasi dan kebersihan lingkungan. Jose (2012) menyatakan salah satu fungsi agroforestri adalah menjamin berlangsungnya peran ekologi berupa keanekaragaman hayati baik tumbuhan, satwa maupun mikroorganisme di lahan milik.

Sistem agroforestri mampu menyediakan ruang hidup bagi berbagai organisme, baik makroorganisme maupun mikroorganisme. Winara dan Suhaendah (2016) menyatakan pola agroforestri manglid di Tasikmalaya tersusun atas 20 jenis tumbuhan (16 famili) yang didominasi oleh manglid (*Magnolia champaca*) pada tingkat tegakan dan teh sebagai tumbuhan bawah. Sementara itu, Wijayanto dan Hartoyo (2015) menjelaskan bahwa komponen jenis tanaman agroforestri Repong damar di Krui, Lampung didominasi oleh pohon damar mata kucing (*Shorea javanica*), sedangkan kebun campuran di Jawa Barat didominasi oleh pohon buah-buahan manggis (*Garcinia mangostana*). Sharma dan Vetaas (2015) yang meneliti agroforestry (*farmland*) di dataran tinggi Himalaya Tengah menemukan masih banyak spesies pohon yang berada di lahan pertanian masyarakat di wilayah tersebut, terdapat sekitar 183 spesies pohon yang didominasi oleh jenis puspa (*Shima wallichii*) dan Pinus (*Pinus roxburghii*, *Pinus wallichii*) dan pohon penghasil buah dari genus *Castanopsis* yaitu *Castanopsis indica*. CIFOR (2003) juga menyebutkan bahwa sistem agroforestry menyediakan tempat tumbuh bagi beberapa jenis burung dan lebah.

Keberadaan pohon dalam sistem agroforestri memiliki peran penting untuk menjamin keberlangsungan tatanan ekosistem di dalamnya sehingga antar organisme dapat saling berinteraksi. Pohon memberikan banyak manfaat secara ekologi bagi ekosistem antara lain: menjaga iklim mikro di sekitarnya, menjaga tata air, menjadi habitat bagi fauna dan mikroorganisme serta memberikan fungsi tambahan bagi tumbuhan lain di bawah tajuknya yaitu sebagai penangh. Dalam beberapa kondisi, kehadiran pohon dapat menjadi pelindung terhadap terpaan angin seperti dalam sistem agroforestri di wilayah pesisir. Di sisi lain, masyarakat menanam pohon untuk mencukupi kebutuhan ekonomi jangka menengah dari komoditi berupa buah-buahan dan jangka panjang dari bahan baku kayu pertukangan yang dihasilkan.

Berbagai sistem agroforestri telah dikembangkan di Indonesia, antara lain: (a) agroforestri berbasis pohon penghasil kayu seperti manglid di Tasikmalaya dan sengon di Pulau Jawa, (b) agroforestri berbasis pohon yang memproduksi hasil hutan bukan kayu (HHBK) seperti repong damar di Krui, Lampung Barat, dan agroforestri kayu putih di Yogyakarta, (c) agroforestri berbasis tanaman komoditi sebagai penciri utamanya seperti kopi, coklat, lada, vanili dan teh yang memerlukan pohon sebagai penunjang kehidupannya. Kopi, coklat dan teh memerlukan pohon sebagai tanaman penangh dan pemecah angin; lada dan vanili memerlukan pohon sebagai tempat merambat.

Dengan berkembangnya sistem agroforestri, maka beberapa peneliti membagi agroforestri menjadi agroforestri kompleks dan agroforestri sederhana (de Foresta & Michon, 2000; Hairiah et al. 2006) atau mengelompokkan berdasarkan komoditi utamanya seperti wanatani (komoditi tanaman pertanian, biasanya tanaman pangan dan tanaman kehutanan), wanafarma (komoditi tanaman kehutanan dan tanaman obat-obatan), *silvo-fishery* (komoditi tanaman kehutanan dan perikanan), silvopastura (komoditi tanaman kehutanan dan peternakan) serta silvosserikultur (komoditi tanaman kehutanan dan lebah madu).

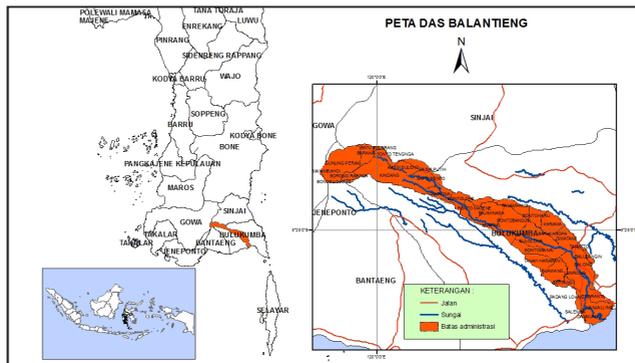
Di DAS Balangtieng, berbagai sistem agroforestri telah berkembang seperti agroforestri kelapa, agroforestri coklat, agroforestri jambu mete, agroforestri lada, kebun campur, agroforestri kopi dan agroforestri cengkeh. Adanya sistem agroforestri yang berbeda-beda menunjukkan ada-

nya keragaman komponen pohon penyusunnya. Keragaman jenis tumbuhan akan berpengaruh pada layanan ekosistem yang diberikan secara ekologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman jenis pohon penyusun sistem agroforestri di DAS Balangtieng.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Balangtieng, yang secara administratif berada di tiga kabupaten, yaitu: Kabupaten Bulukumba, Bantaeng, dan Sinjai. Sebagian besar wilayah DAS ini berada di Kabupaten Bulukumba (Gambar 1).



Gambar 1. Peta DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan

Pengamatan keanekaragaman jenis pohon dilakukan pada sistem penggunaan lahan (SPL) agroforestri berbasis pohon (Tabel 1). Sebagai pembanding dilakukan pengamatan pada kawasan hutan primer (kawasan hutan lindung) dan hutan sekunder (hutan produksi terbatas). Pemilihan titik pengamatan dilakukan pada lokasi yang didominasi oleh SPL yang dikaji dengan mempertimbangkan keterwakilan pola tersebut berdasarkan sebarannya pada DAS (hulu, tengah dan hilir), sehingga tidak semua pola ditemukan pada semua bagian DAS kecuali kebun campuran. Pengamatan untuk masing-masing SPL diulang 10 - 20 kali.

Tabel 1. Jumlah dan sebaran lokasi plot pengamatan pada berbagai SPL

Sistem Penggunaan Lahan	Jumlah Plot	Lokasi pada DAS
Agroforestri kelapa	15	Hilir
Agroforestri jambu mete	10	Hilir
Agroforestri coklat	15	Tengah
Agroforestri cengkeh	15	Tengah, Hulu
Agroforestri kopi	10	Hulu
Kebun campur	20	Hilir, Tengah, Hulu
Hutan primer	15	Hulu
Hutan sekunder (Hutan Produksi Terbatas)	15	Tengah, Hulu
TOTAL	120	

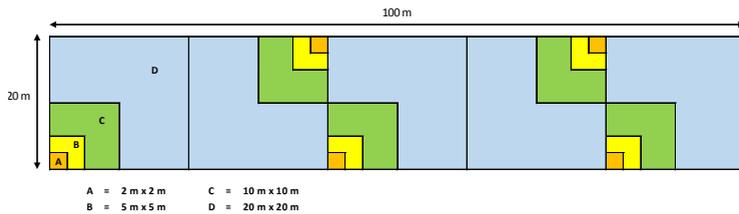
Pengamatan jenis pohon dilaksanakan pada Bulan April-Mei 2015, termasuk persiapan penelitian berupa penyiapan rancangan survei dan koordinasi dengan pemerintah daerah setempat. Analisis herbarium untuk jenis-jenis pohon yang belum dikenal nama ilmiahnya dilaksanakan di Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pada Bulan Juni-Juli 2015.

B. Pengumpulan dan Analisis Data

Pengamatan keanekaragaman jenis pohon dilakukan dengan metode *Quick Biodiversity Survey* (QBS) (Joshi, Martini, Nurhariyanto, Prasetyo, & Wulandari, 2008) yang merupakan pelengkap dari metode *Rapid Agro-Biodiversity Appraisal* (RABA) (Kuncoro et al., 2006). Berdasarkan metode ini, setiap plot pengamatan dilakukan analisis vegetasi dengan petak bersarang. Setiap unit pengamatan berupa petak berukuran 20 m x 100 m yang terbagi menjadi 5 buah petak berukuran 20 m x 20 m yang di dalamnya terdapat sub-petak yang berukuran 2 m x 2 m, 5 m x 5 m dan 10 m x 10 m (Gambar 2). Pengamatan jenis pohon dilakukan pada sub-sub petak sesuai dengan tingkat pertumbuhannya sebagai berikut:

- Petak 2 m x 2 m untuk pengamatan anakan pohon (*seedling*) yang berukuran tinggi kurang dari 2 m.

- Petak 5 m x 5 m untuk pengamatan sapihan pohon (*sapling*) yang berukuran tinggi lebih dari 2 m dan diameter kurang dari 5 cm.
- Petak 10 m x 10 m untuk pengamatan pancang (*pole*) yang berukuran diameter antara 5 - 10 cm.
- Petak 20 m x 20 m untuk pengamatan pohon (*tree*) yang berukuran diameter lebih dari 10 cm



Gambar 2. Petak bersarang untuk pengamatan jenis pohon

Analisis keanekaragaman jenis untuk tingkat petak contoh (keragaman α) dilakukan dengan pendekatan indeks keanekaragaman jenis Shannon_Wiener (H'). Analisis keanekaragaman jenis tingkat bentang lahan (keragaman β) dilakukan dengan pendekatan indeks kesamaan jenis Sorrensen (C_N) berdasarkan Magurran (2013).

$$H' = - \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N} \right) \text{Ln} \left(\frac{n_i}{N} \right); E' = \frac{H'}{\text{Log}(S)}$$

$$CN = \frac{2jN}{(Na + Nb)}$$

di mana H' adalah Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener, E' adalah indeks pemerataan jenis, C_N adalah Indeks Kesamaan Jenis Sorrensen, S adalah jumlah jenis, n_i adalah Jumlah Individu Tiap Jenis, N adalah Jumlah Total Seluruh populasi, Ln adalah Logaritma Natural, N_a adalah Jumlah populasi di lokasi a, N_b adalah jumlah populasi di lokasi b, $2jN$ adalah jumlah terendah dari dua populasi jenis antara kedua lokasi.

Besarnya Indeks Keanekaragaman Jenis menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut:

- Nilai $H' > 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis pada suatu transek adalah melimpah tinggi.
- Nilai $H' 1 \leq H \leq 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis pada suatu transek adalah melimpah sedang.
- Nilai $H' < 1$ menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis pada suatu transek adalah rendah atau sedikit.

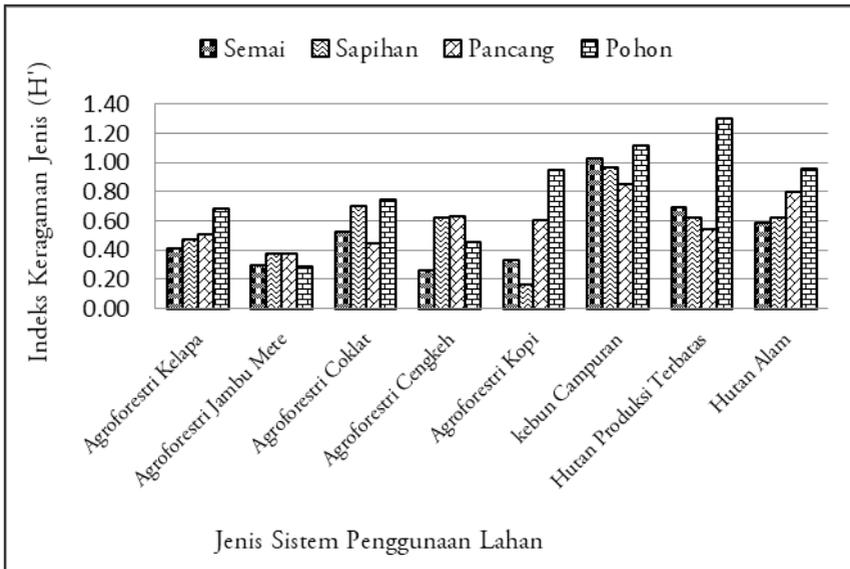
Indeks pemerataan jenis (E') menunjukkan sebaran setiap jenis dalam plot penelitian, atau semakin besar nilai indeks pemerataan jenis menunjukkan semakin merata sebaran jenis dalam plot penelitian. Sementara Indeks kesamaan jenis sorrensen (CN) menunjukkan nilai kesamaan jenis antar SPL, atau nilai CN semakin mendekati nilai 1 maka semakin besar tingkat kesamaan jenis antar SPL tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keanekaragaman Jenis

Secara umum di DAS Balangtieng terdapat enam sistem penggunaan lahan agroforestri yaitu: agroforestri kelapa, jambu mete, coklat, cengkeh, kopi dan kebun campur, dan agroforestri di hutan produksi terbatas. Dari petak contoh pada sistem agroforestri yang diamati (Lampiran 1), ditemukan 109 jenis pohon meliputi 26 jenis pada agroforestri kelapa, 8 jenis pada agroforestri jambu mete, 29 jenis pada agroforestri coklat, 16 jenis pada agroforestri cengkeh, 17 jenis pada agroforestri kopi dan 49 jenis pada kebun campuran.. Sebagian besar pohon adalah pohon penghasil buah. Sementara, dari hutan produksi terbatas (hutan sekunder) dijumpai 37 jenis dan hutan alam ditemukan 30 jenis pohon.

Tingkat keanekaragaman jenis pohon pada keenam sistem agroforestri berbeda-beda antar sistem dan antar tingkat pertumbuhan pohon (Gambar 3).



Gambar 3. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener untuk jenis pohon pada beberapa SPL

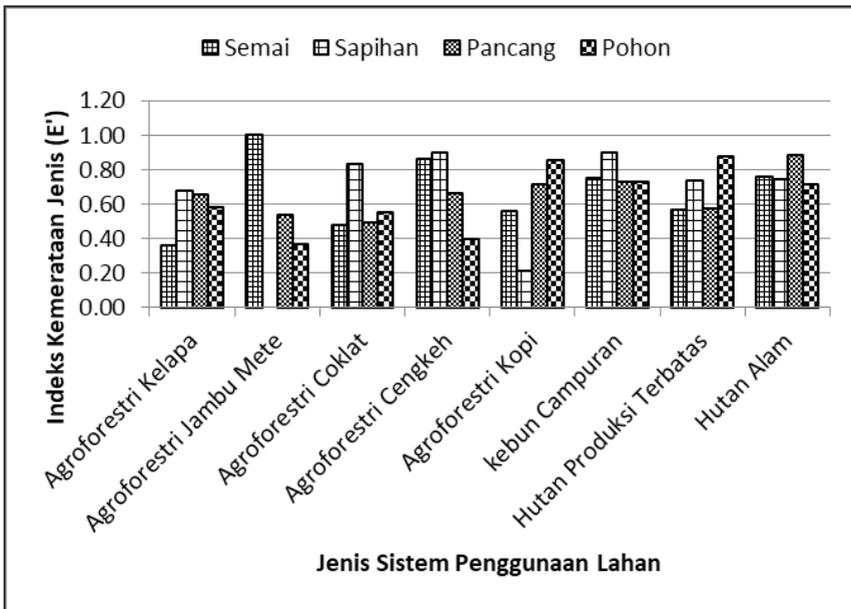
Sistem agroforestri kebun campuran memiliki tingkat keanekaragaman hayati tertinggi dibandingkan SPL lainnya, meskipun masih termasuk kategori sedang untuk tingkat pertumbuhan pohon ($H' = 1,12$) dan semai ($H' = 1,03$). Hal ini menunjukkan bahwa keberagaman jenis tumbuhan pada kebun campuran cukup baik dibandingkan SPL agroforestri lainnya meskipun berdasarkan indeks pemerataan jenis pada tingkat pohon, agroforestri coklat lebih tinggi (Gambar 4). Keanekaragaman jenis pohon pada kebun campuran yang termasuk sedang, tetapi relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan SPL lainnya, maka kebun campuran memungkinkan untuk menjadi kantong keanekaragaman hayati tumbuhan di lahan milik. Oleh karena itu, sistem kebun campuran perlu dijaga sebagai kearifan lokal dalam konservasi keanekaragaman hayati meskipun jenis-jenis pohon penyusunnya belum mewakili jenis-jenis yang ada di hutan alam. Sementara itu pada SPL lainnya termasuk kategori rendah ($H' < 1$) dengan nilai H' beragam baik pada setiap tingkat pertumbuhan maupun antar SPL.

Indeks keanekaragaman jenis pohon di hutan sekunder yang merupakan Hutan Produksi Terbatas (HPT) termasuk sedang ($H' = 1,3$) untuk tingkat pertumbuhan pohon dan tergolong rendah untuk tingkat pertumbuhan semai hingga pancang. Kondisi ini menunjukkan proses regenerasi alami pada hutan sekunder belum berjalan normal yang ditunjukkan dengan keragaman jenis pada setiap tingkat pertumbuhan tidak sama. Areal HPT merupakan areal hutan produksi yang sudah mengalami pemanenan dan rehabilitasi sehingga masih menyisakan jenis asli seperti jenis asah (*Lithocarpus celebicus*) dan jenis rehabilitasi seperti sengon (*Falcataria moluccana*).

Keanekaragaman jenis pohon di hutan alam dataran tinggi tergolong rendah untuk semua tingkat pertumbuhan ($H' < 1$). Rendahnya keanekaragaman jenis tumbuhan pepohonan di hutan alam kemungkinan disebabkan kurangnya jumlah plot yang mewakili hutan alam.

Rendahnya keanekaragaman jenis pohon pada beberapa sistem agroforestri kelapa, jambu mete, cengkeh, coklat dan kopi menunjukkan adanya dominasi jenis tertentu pada SPL tersebut. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan pada kalangan masyarakat untuk menanam jenis-jenis tertentu dalam jumlah banyak di lahannya. Nilai komersial dari komoditi seperti kelapa, jambu mete, cengkeh dan kopi yang menjanjikan secara ekonomi menjadi salah satu alasan. Peluang memperkaya jenis pohon untuk meningkatkan keanekaragaman memungkinkan dilakukan pada sistem agroforestri coklat dan kopi dengan menanam pohon penaung. Keberagaman jenis tumbuhan yang berfungsi sebagai penaung pada agroforestri kopi dan coklat dapat menjadi jembatan bagi kepentingan kelestarian jenis tumbuhan di lahan milik masyarakat sekaligus mengurangi diskursus antara kepentingan ekonomi dan ekologi (Clough et al. 2011).

Pada agroforestri kelapa, jambu mete dan cengkeh pengkayaan jenis pohon relatif lebih sulit untuk dilakukan, karena keberadaan jenis pohon lain menyebabkan ruang tumbuh bagi pohon utama menjadi kurang, sehingga produktivitas lahan berkurang. Penambahan jenis pohon pada sistem agroforestri yang dikelola secara intensif seperti kelapa, jambu mete dan cengkeh memungkinkan untuk dilakukan tanpa mengurangi ruang tumbuh tanaman utama. Salah satu caranya adalah menanam tanaman bernilai ekonomi seperti buah-buahan sebagai tanaman pagar, sehingga keragaman jenis tumbuhan tetap meningkat



Gambar 4. Indeks kemerataan jenis pohon pada beberapa SPL

Secara umum terdapat fenomena yang menarik berkaitan dengan pengelolaan sistem agroforestri. Agroforestri yang dikelola secara intensif seperti kelapa, jambu mete, coklat, cengkeh dan kopi memiliki kekayaan dan keanekaragaman jenis pohon lebih rendah dibandingkan dengan agroforestri yang tidak dikelola secara intensif seperti kebun campuran. Hal ini sejalan dengan kajian yang dilaporkan oleh De Beenhouwer, Aerts, and Honnay (2013) bahwa penurunan keanekaragaman hayati di Afrika, Amerika Latin dan Asia terjadi ketika hutan diubah menjadi agroforestri coklat dan kopi atau menjadi perkebunan khusus coklat dan kopi dengan semakin intensifnya pengelolaan lahan.

Meskipun tingkat keanekaragaman hayati pada agroforestri intensif tidak bisa dibandingkan dengan hutan alam dan kebun campuran, namun beberapa penelitian telah membuktikan bahwa meningkatnya komponen penyusun tumbuhan pada agroforestri yang dikelola secara intensif dapat meningkatkan keanekaragaman hayati organisme lain seperti invertebra-

te tanah (Moço, Gama-Rodrigues, Gama-Rodrigues, Machado, & Baligar, 2010), serangga (Stamps & Linit, 1997), mamalia darat (Harvey et al., 2006) dan mikroorganisme (Unger, Goyne, Kremer, & Kennedy, 2013).

B. Kesamaan Jenis antar SPL

Distribusi jenis-jenis tumbuhan yang menjadi penyusun SPL dari hulu sampai hilir memiliki tingkat kesamaan jenis antar SPL yang diukur dengan pendekatan Indeks Sorrensen sebagaimana Tabel 2 - 5. Sebagian besar jenis tumbuhan tidak tersebar pada berbagai SPL yang ditunjukkan oleh nilai indeks kesamaan Sorrensen (C_N) < 1.

Tingkat kesamaan jenis pohon antar sistem agroforestri dan antara agroforestri dengan hutan bervariasi (Tabel 2). Pada tingkat semai, kesamaan jenis tertinggi ditemukan di antara agroforestri coklat dan hutan sekunder, sebesar 0,51. Hal ini berarti bahwa 51% dari jenis pohon tingkat anakan yang ditemukan di hutan sekunder ditemukan juga di agroforestri coklat. Jenis-jenis pohon tingkat semai yang dijumpai pada kedua sistem tersebut adalah kopi, langsung, petai, pulai dan rambutan.

Anakan jenis pohon hutan tidak ditemukan lagi pada agroforestri kelapa dan jambu mete yang ditunjukkan oleh angka 0 pada indeks kesamaan Sorrensen. Adanya pemilihan jenis tertentu sebagai penyusun agroforestri kelapa dan jambu mete serta adanya pemeliharaan gulma yang intensif menyebabkan tidak banyak jenis pohon hutan yang tumbuh pada agroforestri tersebut. Jenis-jenis pohon yang tumbuh pada hutan sekunder ditemukan pula pada beberapa sistem agroforestri dan di hutan alam. Jenis pohon di hutan sekunder yang tumbuh pada sistem agroforestri dan hutan alam adalah kopi dan rambutan.

Tabel 2. Indeks kesamaan jenis Sorrensen tingkat pertumbuhan semai pada berbagai SPL

SPL	Kelapa	Coklat	Cengkeh	JM	Kopi	KC	HPT	HA
Kelapa	1							
Coklat	0,03	1						
Cengkeh	0,00	0,02	1					
Mete	0,01	0,03	0,00	1				

SPL	Kelapa	Coklat	Cengkeh	JM	Kopi	KC	HPT	HA
Kopi	0,00	0,32	0,09	0,00	1			
KC	0,04	0,29	0,02	0,01	0,29	1		
HPT	0,05	0,51	0,01	0,01	0,18	0,30	1	
HA	0,00	0,04	0,06	0,00	0,09	0,04	0,02	1

Keterangan : JM = Jambu mete; KC = Kebun Campur; HPT = Hutan Produksi Terbatas; HA = Hutan Alam

Tabel 3. Indeks kesamaan jenis Sorrensen tingkat sapihan pada berbagai SPL

SPL	Kelapa	Coklat	Cengkeh	JM	Kopi	KC	HPT	HA
Kelapa	1							
Coklat	0,00	1						
Cengkeh	0,00	0,42	1					
JM	0,00	0,00	0,00	1				
Kopi	0,02	0,07	0,06	0,00	1			
KC	0,16	0,22	0,19	0,00	0,04	1		
HPT	0,00	0,31	0,35	0,00	0,29	0,19	1	
HA	0,00	0,12	0,15	0,00	0,05	0,00	0,14	1

Keterangan : JM = Jambu mete; KC = Kebun Campur; HPT = Hutan Produksi Terbatas; HA = Hutan Alam

Pada tingkat pancang, kebun campur memiliki kesamaan jenis pohon dengan agroforestri kelapa dan coklat mencapai lebih dari 50% (Tabel 4). Jenis pohon yang sama yang ditemukan pada ketiga sistem agroforestri adalah coklat Pengamatan menunjukkan bahwa tidak ada jenis pohon hutan yang ditemukan pada agroforestri kelapa dan jambu mete. Bahkan, pada agroforestri jambu mete tidak ditemukan jenis pohon hutan sekunder pada tingkat pancang.

Tabel 4. Indeks kesamaan jenis Sorrensen tingkat pancang pada berbagai SPL

SPL	Kelapa	Coklat	Cengkeh	JM	Kopi	KC	HPT	HA
Kelapa	1							
Coklat	0,41	1						
Cengkeh	0,04	0,19	1					
JM	0,07	0,00	0,00	1				
Kopi	0,11	0,20	0,17	0,00	1			
KC	0,56	0,53	0,27	0,06	0,13	1		
HPT	0,06	0,15	0,39	0,00	0,25	0,16	1	
HA	0,00	0,02	0,02	0,00	0,03	0,03	0,01	1

Keterangan : JM = Jambu mete; KC = Kebun Campur; HPT = Hutan Produksi Terbatas; HA = Hutan Alam

Kesamaan jenis pohon antar sistem agroforestri dan antara sistem agroforestri dengan hutan alam semakin kecil (Tabel 5). Hal tersebut menunjukkan bahwa pada tingkat pertumbuhan pohon jenis-jenis yang ditemukan pada sistem agroforestri berbeda-beda tergantung pada tanaman utamanya. Kesamaan spesies tertinggi ditemukan antara agroforestri kelapa dan jambu mete. Jenis yang sama yang ditemukan pada kedua sistem tersebut adalah kelapa, jambu mete dan bitis.

Jenis-jenis pohon hutan yang mencapai tingkat pertumbuhan pohon tidak ditemukan lagi pada agroforestri cengkeh, jambu mete dan kopi. Namun, ada jenis pohon hutan yang ditemukan pada agroforestri kelapa, coklat, kebun campuran dan hutan sekunder yaitu bitis.

Tabel 5. Indeks kesamaan jenis Sorrensen tingkat pohon pada berbagai SPL

SPL	Kelapa	Coklat	Cengkeh	JM	Kopi	KC	HPT	HA
Kelapa	1							
Coklat	0,04	1						
Cengkeh	0,02	0,18	1					
JM	0,44	0,03	0,01	1				
Kopi	0,00	0,17	0,14	0,01	1			

SPL	Kelapa	Coklat	Cengkeh	JM	Kopi	KC	HPT	HA
KC	0,22	0,24	0,26	0,17	0,14	1		
HPT	0,03	0,28	0,14	0,03	0,27	0,21	1	
HA	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	1

Keterangan : JM = Jambu mete; KC = Kebun Campur; HPT = Hutan Produksi Terbatas; HA = Hutan Alam

Informasi tentang komposisi jenis tumbuhan di hutan alam menjadi sangat penting untuk mengkonfirmasi jenis-jenis pohon asli atau lokal yang akan dijadikan sebagai pembanding kehadirannya pada pola-pola agroforestri di wilayah kebun masyarakat dan di areal HPT. Secara umum pada tingkat pohon tidak ditemukan jenis yang berada pada semua tipe agroforestri dan hutan sekunder. Jenis pohon yang ditemukan pada sebagian besar sistem agroforestri adalah Biti (*Vitex cofassus*), dan coklat.. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis tersebut memiliki nilai penting bagi masyarakat dari hulu hingga hilir. Biti merupakan jenis kayu hutan alam yang menjadi bahan baku pembuatan perahu pinisi dan menjadi flora penting bagi Kabupaten Bulukumba, sedangkan coklat menjadi komoditi perkebunan yang bernilai ekonomi cukup menjanjikan bagi masyarakat. Jenis lain yang ditemukan pada sistem agroforestri adalah langsung, durian, nangka, mangga, rambutan, jambu mete, petai, kopi dan kelapa serta jenis pohon penghasil kayu pertukangan gmelina dan sengon.

Berdasarkan kajian kesamaan jenis tumbuhan pada berbagai SPL agroforestri di DAS Balangtieng bagian hulu, tengah dan hilir, ditemukan fakta preferensi masyarakat dalam memilih jenis tanaman pepohonan yang akan mereka tanam lebih karena pertimbangan nilai manfaat ekonomi baik untuk dijual maupun konsumsi rumah tangga seperti jenis kayu pertukangan dan jenis pohon buah-buahan. Beberapa sistem agroforestri hanya dijumpai pada bagian tertentu DAS Balangtieng seperti agroforestri kelapa dan jambu mete hanya dijumpai di hilir DAS, agroforestri coklat hanya di bagian tengah dan agroforestri kopi hanya di bagian hulu, sehingga jenis pohon penyusunnya pun relatif berbeda. Titik temu kesamaan jenis pohon yang dipilih lebih pada jenis-jenis pohon buah-buahan. Adapun kebun campuran menjadi sistem yang hadir pada semua bagian DAS meskipun pemilihan jenis pohon penyusunnya pun disesuaikan dengan bagian DAS.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Sebanyak 109 jenis pohon ditemukan pada beberapa sistem agroforestri meliputi 26 jenis pada agroforestri kelapa, 8 jenis pada agroforestri jambu mete, 29 jenis pada agroforestri coklat, 16 jenis pada agroforestri cengkeh, 17 jenis pada agroforestri kopi dan 49 jenis pada kebun campuran.

Tingkat keanekaragaman jenis pohon pada sistem agroforestri tergolong rendah hingga sedang dengan tingkat keanekaragaman jenis tertinggi pada kebun campuran.

Agroforestri kelapa dan jambu mete adalah sistem penggunaan lahan yang memiliki peluang sangat kecil bagi keanekaragaman jenis pohon hutan untuk tumbuh. Jenis pohon hutan yang dipertahankan keberadaannya oleh masyarakat pada sistem agroforestri adalah kayu bitis, karena memiliki nilai komersial sebagai bahan baku kapal pinisi.

Kebun campuran tetap harus dipertahankan sebagai kantong keanekaragaman hayati pada lahan milik, sedangkan peningkatan keanekaragaman jenis pohon masih memungkinkan untuk dilakukan pada agroforestri coklat dan kopi dengan menambahkan jenis pohon sebagai penabung, sementara pada sistem agroforestri kelapa, jambu mete dan cengkeh dilakukan dengan cara menanam sebagai tanaman pagar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada ICRAF yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui proyek AgFor dan BPPTA yang telah memfasilitasi serta membantu teknis penelitian. Terima kasih pula kepada Dinas Kehutanan serta Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Bulukumba yang telah membantu izin penelitian dan daya dukung SDM pada pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Clough, Y., Barkmann, J., Jührbandt, J., Kessler, M., Wanger, T. C., Anshary, A., . . . Putra, D. D. (2011). Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(20), 8311-8316.
- De Foresta, H., & Michon, G. (2000). Agroforestri Indonesia: beda sistem beda pendekatan. in KETIKA KEBUN BERUPA HUTAN. AGROFORESTRI KHAS INDONESIA. SEBUAH SUMBANGAN MASYARAKAT. De Foresta, H., Kusworo, A, Michon, G., & Djatmiko, WA. (Eds). ICRAF, Bogor.
- De Beenhouwer, M., Aerts, R., & Honnay, O. (2013). A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. *Agriculture, ecosystems & environment*, 175, 1-7.
- Harvey, C. A., Gonzalez, J., & Somarriba, E. (2006). Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica. *Biodiversity & Conservation*, 15(2), 555-585.
- International Center for Research in Agroforestry [ICRAF]. (2000). Pengantar. in KETIKA KEBUN BERUPA HUTAN. AGROFORESTRI KHAS INDONESIA. SEBUAH SUMBANGAN MASYARAKAT. De Foresta, H., Kusworo, A, Michon, G., & Djatmiko, WA. (Eds). ICRAF, Bogor.
- Jose, S. (2012). Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforestry Systems*, 85(1), 1-8.
- Joshi, L., Martini, E., Nurhariyanto, Prasetio, P. N., & Wulandari, D. (2008). A Quick Biodiversity Survey (QBS) for Rapid Agro-biodiversity Appraisal (RABA). Retrieved from

- Kuncoro, S. A., van Noordwijk, M., Martini, E., Saipothong, P., Areskoug, V., Putra, A. E., & O'Connor, T. (2006). Rapid Agrobiodiversity Appraisal (RABA) in the Context of Environmental Service Rewards. *World Agroforestry Centre—ICRAF, SEA Regional Office, Bogor*, 106.
- Kohli, R.K., Singh, H.P., Batish, D.R., Jose, S. (2008). Ecological interaction in agroforestry: an overview. in pp.3-14. ECOLOGICAL BASIS OF AGROFORESTRY. Batish, D.R., Kohli, R.K., Singh, H.P., Jose, S (Eds.). CRC Press. Taylor&France Group.
- Magurran, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*: John Wiley & Sons.
- Moço, M. K. S., Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A. C., Machado, R. C., & Baligar, V. C. (2010). Relationships between invertebrate communities, litter quality and soil attributes under different cacao agroforestry systems in the south of Bahia, Brazil. *Applied soil ecology*, 46(3), 347-354.
- Stamps, W., & Linit, M. (1997). Plant diversity and arthropod communities: implications for temperate agroforestry. *Agroforestry Systems*, 39(1), 73.
- Unger, I. M., Goyne, K. W., Kremer, R. J., & Kennedy, A. C. (2013). Microbial community diversity in agroforestry and grass vegetative filter strips. *Agroforestry Systems*, 87(2), 395-402.
- CIFOR. 2003. Burung, lebah, dan pepohonan di lahan pertanian. <https://forestsnews.cifor.org/577/burung-lebah-dan-pepohonan-di-lahan-pertanian?fnl=id>. Diakses tanggal 1 November 2018.
- Sharma, L.N. & Vetaas, O.R. 2015. Does agroforestry conserve trees? A comparison of tree species diversity between farmland and forest in mid-hills of central Himalaya. *Biodivers Conserv*

24 (8): 2047-2061. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0927-3>

Wijayanto, N & Hartoyo, A.P.P. Biodiversitas Berbasiskan Agroforestry. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Volume 1 Nomor 2, April 2015. DOI: 10.13057/psnmbi/m010212

Winara, A. & Suhaendah, E.. 2016. Keragaman Jenis Tumbuhan Pada Agroforestri Manglid. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM: Sains dan Teknologi Unisba, [Vol 6, No.1](#), Desember 2016

Lampiran 1. Daftar jenis pohon pada setiap SPL di DAS Balangtieng

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Kelapa	1	Terep	<i>Artocarpus elasticus</i>	-	-	-	2	HG
Kelapa	2	Asem Jawa	<i>Tamarindus indicus</i>	-	-	-	2	HB
Kelapa	3	Biti	<i>Vitex copassus</i>	375	-	-	2	KA
Kelapa	4	Buni	<i>Antidesma bunius</i>	125	-	-	2	HB
Kelapa	5	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	250	1	20	46	PC
Kelapa	6	Duwet	<i>Syzygium comuni</i>	-	-	-	1	HB
Kelapa	7	Ficus	<i>Ficus septica</i>	125	-	-		KA
Kelapa	8	Gempol	<i>Nauclea orientalis</i>	-	-	-	3	KA
Kelapa	9	Jambu Air	<i>Eugenia</i> sp.	-	-	-	1	HB
Kelapa	10	Jambu Batu	<i>Psidium guajava</i>	250	-	-		HB
Kelapa	11	Jambu Bol	<i>Syzygium malaccense</i>	-	1	-	-	HB
Kelapa	12	Jambu Klutuk	<i>Psidium guajava</i>	125	-	-	-	HB
Kelapa	13	Jati	<i>Tectona grandis</i>	250	-	-	-	K
Kelapa	14	Jeruk	<i>Citrus</i> sp.	-	-	1	-	-
Kelapa	15	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	-	-	-	143	HP
Kelapa	16	Kenari	<i>Canarium commune</i>	-	-	-	3	KA
Kelapa	17	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	750	1	-	-	MPTS
Kelapa	18	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	15	HB
Kelapa	19	Mangga Macan	<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	2	HB
Kelapa	20	Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	125	-	-	-	HB
Kelapa	21	Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	875	-	2	58	HB

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Kelapa	22	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	16.625	-	-	10	HB
Kelapa	23	Nyamplung	<i>Calophyllum inophyllum</i>	375	1	1	-	HM
Kelapa	24	Rambutan	<i>Nephelium lapa-ceum</i>	250	2	4	-	HB
Kelapa	25	Spatodea	<i>Spatodea</i>	125	-	-	-	MPTS
Kelapa	26	Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	-	-	3	9	HB
Jambu Mete	1	Biti	<i>Vitex cofassus</i>	-	-	-	3	KA
Jambu Mete	2	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	-	-	-	3	PC
Jambu Mete	3	Lowa	<i>Ficus</i> sp.	-	-	8	-	KA
Jambu Mete	4	Jambu Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	250	-	108	293	HB
Jambu Mete	5	Jati	<i>Tectona grandis</i>	-	-	5	3	K
Jambu Mete	6	Jeruk	<i>Citrus</i> sp.	-	-	18	3	HB
Jambu Mete	7	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	-	-	-	78	HP
Jambu Mete	8	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	250	120	5	-	HB
Coklat	1	Aren	<i>Arenga pinata</i>	1.667	-	-	-	HP
Coklat	2	Biti	<i>Vitex cofassus</i>	-	-	13	5	K
Coklat	3	Blimbing Wuluh	<i>Averrhoa bilimbi</i>	1.667	-	-	-	HB
Coklat	4	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	-	53	-	-	PC
Coklat	5	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	3.500	-	327	256	PC
Coklat	6	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	-	-	-	7	KA

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Coklat	7	Durian	<i>Durio zibhetinus</i>	-	-	-	7	HB
Coklat	8	Ficus	<i>Ficus nodosa</i>	667	-	-	-	KA
Coklat	9	Gamal	<i>Gliricidia maculata</i>	-	53	20	68	MPTS
Coklat	10	Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	167	27	-	12	K
Coklat	11	Jambu	<i>Psidium guajava</i>	-	-	-	2	HB
Coklat	12	Jati	<i>Tectona grandis</i>	-	-	-	2	K
Coklat	13	Jeruk Bali	<i>Citrus maxima</i>	-	-	-	5	HB
Coklat	14	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	167	293	67	2	HG
Coklat	15	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	-	-	-	15	HP
Coklat	16	Kopi	<i>Coffea</i> sp.	17.667	133	33	5	PC
Coklat	17	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	-	-	2	MPTS
Coklat	18	Langsat	<i>Lansium domesticum</i>	500	107	27	13	HB
Coklat	19	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	3	HB
Coklat	20	Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	-	-	-	3	HB
Coklat	21	Mojo	<i>Crescentia cujete</i>	167	27	7	3	MPTS
Coklat	22	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	-	-	-	3	HB
Coklat	23	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	333	-	-	12	HB
Coklat	24	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	16	-	-	-	KA
Coklat	25	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	667	-	-	7	HB
Coklat	26	Sengon	<i>Falcataria moluccana</i>	-	-	7	10	K
Coklat	27	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	167	-	-	-	HB
Coklat	28	Sp3	-	-	-	-	2	KA
Coklat	29	Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	-	-	-	3	HB

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Cengkeh	1	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	-	107	127	298	PC
Cengkeh	2	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	-	-	13	2	PC
Cengkeh	3	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	-	-	7	2	KA
Cengkeh	4	Durian	<i>Durio zibhetinus</i>	-	27	13	12	HB
Cengkeh	5	Gamal	<i>Gliricidia maculata</i>	-	53	233	43	MPTS
Cengkeh	6	Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	-	-	-	2	K
Cengkeh	7	Kayu Cina	<i>Lannea coromandelica</i>	-	-	13	5	MPTS
Cengkeh	8	Kopi	<i>Coffea</i> sp.	333	107	33	2	PC
Cengkeh	9	Lada	<i>Piper nigrum</i>	833	-	-	-	PC
Cengkeh	10	Langsat	<i>Lansium domesticum</i>	-	-	20	5	HB
Cengkeh	11	Mojo	<i>Crescentia cujete</i>	-	-	-	2	HB
Cengkeh	12	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	-	-	-	7	HB
Cengkeh	13	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	-	-	-	7	HB
Cengkeh	14	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	-	-	-	2	K
Cengkeh	15	Randu	<i>Ceiba pentandra</i>	-	27	-	-	K
Cengkeh	16	Suren	<i>Toona sureni</i>	-	-	7	12	K
Kopi	1	Afrika	<i>Maesopsis eminii</i>	-	40	-	3	K
Kopi	2	Aren	<i>Arenga pinnata</i>	250	160	-	3	HP
Kopi	3	Bakam Kampung	<i>Litsea elliptica</i>	-	-	-	8	KA
Kopi	4	Biti	<i>Vitex cofassu</i>	-	-	10	-	KA
Kopi	5	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	10	-	-	-	PC
Kopi	6	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	-	40	10	5	PC

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Kopi	7	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	-	-	-	13	KA
Kopi	8	Donri	<i>Ficus sp.</i>	-	-	-	5	KA
Kopi	9	Jenitri	<i>Elaeocarpus sp</i>	-	-	-	3	KA
Kopi	10	Jambu Klutuk	<i>Psidium guajava</i>	-	40	-	-	HB
Kopi	11	Kayu Manis	<i>Cinnamomum burmanii</i>	-	-	-	3	HM
Kopi	12	Kisereh	<i>Cinnamomum parthenoxylon</i>	-	-	30	-	HM
Kopi	13	Kopi	<i>Coffea sp</i>	6.750	4.440	220	5	PC
Kopi	14	Langsat	<i>Lansium domesticum</i>	2.250	-	30	30	HB
Kopi	15	Pipturus	<i>Pipturus sp.</i>	-	-	-	5	KA
Kopi	16	Sengon	<i>Falcataria moluccana</i>	-	-	30	25	K
Kopi	17	Suren	<i>Toona sureni</i>	-	80	60	15	K
Kebun Campur	1	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	-	-	-	1	KA
Kebun Campur	2	Aren	<i>Arengan Pinnata</i>	3.000	-	-	5	HP
Kebun Campur	3	Bakang Kampung	<i>Litsea elliptica</i>	-	40	5	-	KA
Kebun Campur	4	Biti	<i>Vitex cofassus</i>	125	-	5	19	KA
Kebun Campur	5	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	250	20	25	43	PC
Kebun Campur	6	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	1.125	60	115	64	PC
Kebun Campur	7	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	-	-	15	-	KA
Kebun Campur	8	Durian	<i>Durio zibhetinus</i>	-	-	-	5	HB

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Kebun Campur	9	Ficus	<i>Ficus Septica</i>	-	-	-	1	KA
Kebun Campur	10	Galumpang	-	-	-	-	3	KA
Kebun Campur	11	Gamal	<i>Gliricidia maculata</i>	375	80	20	-	MPTS
Kebun Campur	12	Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	125	20	-	45	K
Kebun Campur	13	Homalantus	<i>Homalanthus sp.</i>	-	-	-	3	KA
Kebun Campur	14	Jambu Air	<i>Eugenia aquea</i>	250	-	-	-	HB
Kebun Campur	15	Jambu Bol	<i>Syzygium malaccense</i>	-	-	-	1	HB
Kebun Campur	16	Jarak	<i>Jatropha curcas</i>	500	-	-	-	HM
Kebun Campur	17	Jejerukan	<i>Citrus sp.</i>	125	-	-	-	KA
Kebun Campur	18	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	125	40	5	-	HB
Kebun Campur	19	Jeruk	<i>Citrus sp</i>	-	-	-	1	HB
Kebun Campur	20	Kadieng	<i>Citrus sp.</i>	750	20	-	5	K
Kebun Campur	21	Kayu Cina	<i>Lannea coromandelica</i>	-	-	-	1	MPTS
Kebun Campur	22	Kedondong	<i>spondias dulcis</i>	-	-	-	78	HB
Kebun Campur	23	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	125	-	5	5	HP
Kebun Campur	24	Kemiri	<i>Aleuritas moluccana</i>	625	-	-	1	HB
Kebun Campur	25	Kenanga	<i>Cananga odorata</i>	-	-	-	1	KA

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Kebun Campur	26	Kepuh	<i>Sterculia foetida</i>	-	-	-	1	KA
Kebun Campur	27	Ketapang	<i>sterculia foetida</i>	5.000	20	-	-	KA
Kebun Campur	28	Kisereh	<i>Cinnamomum parthenoxylon</i>	-	-	-	1	HM
Kebun Campur	29	Kopi	<i>Coffea sp.</i>	3.125	160	5	40	PC
Kebun Campur	30	Langsat	<i>Lansium domesticum</i>	375	20	10	11	HB
Kebun Campur	31	Makaranga	<i>Macaranga tanarius</i>	125	-	-	-	KA
Kebun Campur	32	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	625	-	-	1	HB
Kebun Campur	33	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i>	-	-	5	-	HB
Kebun Campur	34	Matoa	<i>Pometia pinnata</i>	-	-	-	4	HB
Kebun Campur	35	Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	-	-	10	30	HB
Kebun Campur	36	Nanas	<i>Ananas comasus</i>	125	-	-	-	AC
Kebun Campur	37	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	125	-	-	-	HB
Kebun Campur	38	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	125	-	-	1	HB
Kebun Campur	39	Pinang	<i>Areca pinanga</i>	250	-	-	-	HB
Kebun Campur	40	Rambutan	<i>Nephelium lapa-cheum</i>	4.250	40	5	1	HB
Kebun Campur	41	Rao	<i>Dracontomelon mangiferum</i>	-	-	-	1	KA
Kebun Campur	42	Sengon	<i>Falcataria moluccana</i>	-	-	-	1	K

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
Kebun Campur	43	Sentul	<i>Sandoricum koetjape</i>	-	-	-	3	KA
Kebun Campur	44	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	250	-	5	-	HB
Kebun Campur	45	Sp.1		-	-	-	1	KA
Kebun Campur	46	Sp.6		-	-	-	3	KA
Kebun Campur	47	Spatodea	<i>Spathodea campanulata</i>	-	-	-	9	MPTS
Kebun Campur	48	Suren	<i>Toona sureni</i>	-	40	5	1	K
Kebun Campur	49	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	-	-	-	1	KA
HPT	1	Afrika	<i>Maesopsis eminii</i>	-	-	-	2	K
HPT	2	Alpukat	<i>Persea americana</i>	-	-	-	2	HB
HPT	3	Asah	<i>Lithocarpus celebicus</i>	-	53	-	18	KA
HPT	4	Bisuhu	<i>Magnolia sumatrana var. glauca</i>	167	-	-	3	KA
HPT	5	Biti	<i>Vitex cofassus</i>	1.500	-	-	3	KA
HPT	6	Buto	<i>Enterolobium cyclocarpu</i>	-	-	-	2	KA
HPT	7	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	500	160	67	2	PC
HPT	8	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>	-	-	33	15	PC
HPT	9	Copeng	-	1.333	-	-	-	KA
HPT	10	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	-	-	-	10	KA
HPT	11	Durian	<i>Durio zibhetinus</i>	167	-	7	7	HB
HPT	12	Gaharu	<i>Aquilaria malaccensis</i>	167	-	-	-	HR

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
HPT	13	Gamal	<i>Gliricidia maculata</i>	-	27	-	12	MPTS
HPT	14	Kayu Cina	<i>Lannea coromandelica</i>	-	27	-	-	MPTS
HPT	15	Kayu Hulo	<i>Pterocarpus indicus</i>	167	-	-	-	KA
HPT	16	Kopi	<i>Coffea sp.</i>	19.000	640	707	15	PC
HPT	17	Langsat	<i>Lansium domesticum</i>	333	53	40	8	HB
HPT	18	Laniki	<i>Wrightia pubescens</i>	667	-	-	2	KA
HPT	19	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	500	80	20	12	K
HPT	20	Makaranga	<i>Macaranga tanarius</i>	167	-	-	-	KA
HPT	21	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	333	-	-	3	HB
HPT	22	Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	-	-	-	3	HB
HPT	23	Pandan	<i>Pandanus tectorius</i>	-	-	-	2	HA
HPT	24	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	1.167		13	13	HB
HPT	25	Picung	<i>Pangium edule</i>	-	-	-	2	HB
HPT	26	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	1.333	-	-	8	KA
HPT	27	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	19.333	-	-	7	HB
HPT	28	Rambutan Hutan	<i>Nephelium ramboutan-ake</i>	-	-	20	22	HB
HPT	29	Randu	<i>Ceiba pentandra</i>	-	-	-	5	KA
HPT	30	Rao	<i>Dracontomelon mengiferum</i>	-	-	7	2	KA
HPT	31	Sengon	<i>Falcataria moluccana</i>	-	-	7	37	K
HPT	32	Sp3	-	-	-	-	2	KA
HPT	33	Sp4	-	-	-	-	2	KA

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
HPT	34	Sp5	-	-	-	-	3	KA
HPT	35	Spatodea	<i>Spathodea campanulata</i>	833	-	-	-	MPTS
HPT	36	Sunging	<i>Dilenia indica</i>	-	-	-	3	KA
HPT	37	Tera	-	-	-	-	2	KA
HA	1	Ahu-Ahu	-	-	-	-	5	KA
HA	2	Asah	<i>Lithocarpus celebicus</i>	14.000	1920	40	225	KA
HA	3	Bakang	<i>Litsea sp.</i>	-	-	-	10	KA
HA	4	Birupa	<i>Magnolia sumatрана var. glauca</i>	-	240	-	-	KA
HA	5	Bune	<i>Antidesma bunius</i>	-	-	-	5	KA
HA	6	Buno Bampo	-	-	240	20	10	KA
HA	7	Ficus	<i>Ficus sp.</i>	-	-	-	5	KA
HA	8	Jenitri	<i>Elaeocarpus sp.</i>	-	-	-	20	KA
HA	9	Gora-Gora	<i>Psychotria divergens</i>	5.500	-	-	-	KA
HA	10	Pansor	<i>Ficus callosa</i>	-	-	-	15	KA
HA	11	Kacunu	-	-	-	-	15	KA
HA	12	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	5.000	-	-	-	KA
HA	13	Kampala	<i>Platea excelsa</i>	-	-	-	10	KA
HA	14	Kopi	<i>Coffea sp.</i>	2.000	320	20	-	PC
HA	15	Lama Rasikarpa	-	-	240	40	5	KA
HA	16	Lento-Lento	-	-	80	-	-	KA
HA	17	Lola	-	500	-	-	-	KA
HA	18	Maha	-	-	-	-	10	KA
HA	19	Nato	<i>Magnolia liliifera</i>	-	400	120	-	KA
HA	20	Nosong	-	-	-	-	15	KA
HA	21	Nyatoh	<i>Palaquium sp.</i>	-	-	-	20	KA

SPL	No	Jenis	Nama Latin	Rata-rata kerapatan pohon (batang/ha)				Fungsi
				Semai	Sapihan	Pancang	Pohon	
HA	22	Pakis Haji	<i>Cycas sp.</i>	-	-	-	10	KA
HA	23	Pala Hutan	<i>Gymnachantera</i> sp.	-	-	20	25	KA
HA	24	Pandan	<i>Pandanus tec-</i> <i>torius</i>	-	-	20	10	KA
HA	25	Rambutan	<i>Nephelium lapa-</i> <i>cheum</i>	-	-	-	10	KA
HA	26	Sawo Hutan	<i>Tristiropsis</i> <i>canarioides</i>	-	-	40	5	KA
HA	27	sp7	-	-	-	-	5	KA
HA	28	sp8	-	1.000	-	-	-	KA
HA	29	Sugi Manae	-	-	-	-	40	KA
HA	30	Tam- bun-Tam- bun	-	-	-	-	5	KA

Keterangan:

- SPL = Sistem Penggunaan Lahan;
 HPT = Hutan Produksi Terbatas;
 HA = Hutan Alam;
 HB = HHBK Buah;
 HP = HHBK Pati;
 HM = HHBK Minyak;
 HG = HHBK Getah;
 MPTS = Multipurpose Tree Species;
 K = Kayu Pertukangan;
 KA = Kayu Alam;
 PC = Perennial Crop.

Pemanfaatan Jenis-jenis Pohon oleh Masyarakat di DAS Balangtieng

M. Siarudin dan Yonky Indrajaya

ABSTRAK

Sistem penggunaan lahan berbasis pohon merupakan salah satu tutupan lahan yang dominan di DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan. Sistem ini bertahan karena masyarakat memanfaatkan berbagai jenis pohon untuk berbagai keperluan. Perubahan sistem penggunaan lahan yang terjadi diduga berpengaruh terhadap pemanfaatan jenis-jenis pohon yang ada dalam sistem tersebut. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis pohon yang dimanfaatkan oleh masyarakat di bagian hulu, tengah dan hilir DAS Balangtieng. Analisa data dilakukan berdasarkan data hasil wawancara terhadap 29 responden dari tiga desa dan informan kunci. Terdapat 53 jenis pohon dari 29 famili yang dimanfaatkan langsung oleh masyarakat. Masyarakat memanfaatkan pohon sebagai bahan pangan, obat-obatan, peralatan rumah tangga, kayu bakar, dan seni budaya. Pohon yang dimanfaatkan sebagian besar berasal dari lahan milik masyarakat sendiri dan sebagian kecil dari kawasan hutan terutama untuk obat-obatan. Pemanfaatan jenis-jenis pohon umumnya masih secara tradisional dalam skala subsisten. Pemanfaatan secara komersial terbatas pada jenis-jenis tertentu yang sudah populer yaitu pohon penghasil kayu (sengon dan gmelina) dan tanaman perkebunan (cengkeh, coklat, kopi).

Kata kunci: jenis-jenis pohon, pemanfaatan, subsisten, komersial

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) terpadu dengan cara melakukan konservasi dan pembangunan sumberdaya air merupakan strategi untuk melestarikan sumber air, menjaga kualitas air dan tanah (Lal, 1999). Pengelolaan DAS terpadu dapat dilakukan dengan penanaman vegetasi (non-struktural) dan atau aplikasi keteknikan (structural) (Gregersen, Ffolliott, & Brooks, 2007).

Penanaman berbagai jenis vegetasi selain bertujuan untuk konservasi tanah dan air, juga dapat memberikan manfaat bagi masyarakat yang tinggal dalam suatu wilayah DAS, baik manfaat langsung maupun tidak langsung (Angelsen & Wunder, 2003; Belcher, 2005; Roshetko, Snelder, Lasco, & Noordwijk, 2008). Pemanfaatan jenis pohon oleh masyarakat antara lain sebagai bahan pangan, bangunan, obat-obatan, kayu bakar, dan adat istiadat atau seni budaya. Pengetahuan dan praktek pemanfaatan ini pada umumnya diperoleh secara turun temurun dan informasi dari daerah lain.

Kajian mengenai pemanfaatan jenis (etnobotani) di kebun dan pekarangan telah banyak dilakukan (Pradityo, Santoso, & Zuhud, 2017; Sujarwo & Caneva, 2015). Penelitian-penelitian sebelumnya lebih memfokuskan pada pemanfaatan tanaman/tumbuhan sebagai bahan pangan (Hakim, 2014; Macap, 2013) dan obat-obatan (Safitri, Yolanda, & Brahmana, 2015; Sundawa, 2016).

Penelitian mengenai pemanfaatan jenis pohon secara menyeluruh pada lahan agroforestri masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan jenis-jenis pohon oleh masyarakat lokal pada agroforestri di wilayah DAS Balangtieng. Pengetahuan lokal masyarakat dalam memanfaatkan jenis pohon dapat dijadikan sebagai referensi bagi pengambil kebijakan untuk pengembangan lebih lanjut baik untuk tujuan pemanfaatan produk maupun konservasi jenis.

II. METODOLOGI

Kajian etnobotani (pemanfaatan jenis) pohon di wilayah DAS Balangtieng dilaksanakan di tiga desa, tiga kecamatan di Kabupaten Bulukumba yaitu Desa Kindang, Kecamatan Kindang (mewakili bagian hulu DAS),

Desa Bululohe, Kecamatan Rilau Ale (mewakili bagian tengah DAS) dan Desa Swatani, Kecamatan Rilau Ale (mewakili bagian hilir DAS). Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan 29 petani pemilik lahan (10 petani dari Desa Kindang, 10 petani dari Desa Bululohe dan 9 petani dari Desa Swatani). Selain itu, juga dilakukan wawancara dengan beberapa informan kunci, yaitu ketua kelompok tani dan pejabat dari Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bulukumba.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan jenis tumbuhan pada wilayah DAS Balangtieng dikelompokkan menjadi pemanfaatan untuk pangan, obat-obatan, bahan bangunan, peralatan rumah tangga, kayu bakar dan penggunaan yang berkaitan dengan budaya. Hasil penelitian menemukan 53 jenis pohon dari 29 famili yang dimanfaatkan oleh masyarakat (Tabel 1).

Tabel 1. Pemanfaatan jenis pohon oleh masyarakat di wilayah DAS Balangtieng

Nama lokal	Jenis		Jenis pemanfaatan	Bagian yang dimanfaatkan
	Nama ilmiah	Famili		
Alpukat	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Pangan, obat-obatan	Buah, daun
Aren	<i>Arenga pinata</i> Wurmb. Merr.	Arecaceae	Alat rumah tangga	Batang
Asa	<i>Castanopsis acuminatissima</i> A.Dc	Fagaceae	Bahan bangunan	Batang
Bakang	<i>Litsea elliptica</i> Blume	Lauraceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga	Batang, cabang/ ranting
Bakang merah	Sp1	-	Bahan bangunan	Batang
Bambu	<i>Bambusa</i> sp.	Poaceae	Alat rumah tangga, budaya	Batang
Bayam/Bayam jawa	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Rhamnaceae	Bahan bangunan, kayu bakar	Batang, cabang/ ranting
Bila/Berenuk	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	Obat-obatan	Daun
Bilalang	<i>Albizia procera</i> Benth	Mimosaceae	Bahan bangunan	Batang

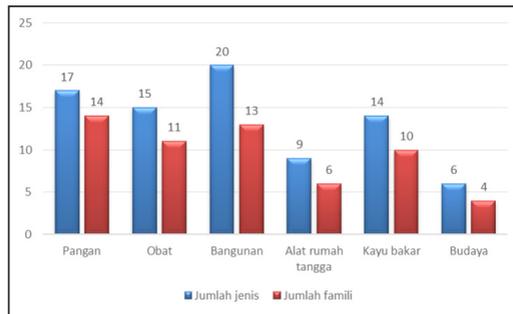
Nama lokal	Jenis		Jenis pemanfaatan	Bagian yang dimanfaatkan
	Nama ilmiah	Famili		
Bisuhu	<i>Magnolia sumatrana</i> var. <i>glauca</i> (Bl.) Figlar & Noot	Magnoliaceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga	Batang
Biti	<i>Vitex cofassus</i> Reinw. ex Blume	Verbenaceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga, kayu bakar	Batang, cabang/ranting
Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Myrtaceae	Pangan, kayu bakar	Cabang/ranting, buah
Coklat	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	Pangan, kayu bakar	Cabang/ranting, buah
Dadap	<i>Erythrina variegata</i> L.	Fabaceae	Bahan bangunan	Batang
Dapuru	Sp2	-	Bahan bangunan	Batang
Durian	<i>Durio zibethinus</i> Morr.	Bombacaceae	Pangan, obat-obatan	Akar, buah, kulit
Galatri/Ganitri	<i>Elaeocarpus ganitrus</i> Roxb.	Elaeocarpaceae	Bahan bangunan	Batang
Gamal/Ampas	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)Kunth ex Walp.	Fabaceae	Kayu bakar	Cabang/ranting
Gmelina	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Verbenaceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga, kayu bakar	Batang, cabang/ranting
Jambu batu	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Pangan, obat-obatan	Daun, buah
Jambu mete	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Kayu bakar	Cabang/ranting
Jati	<i>Tectona grandis</i> L.F.	Verbenaceae	Bahan bangunan	Batang
Jengkol	<i>Pithecolobium lobatum</i> Benth	Fabaceae	Pangan	Buah
Jeruk	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	Rutaceae	Budaya	Buah
Johar	<i>Cassia siamea</i> Lamk.	Fabaceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga	Batang

Nama lokal	Jenis		Jenis pemanfaatan	Bagian yang dimanfaatkan
	Nama ilmiah	Famili		
Karet	<i>Hevea brasiliensi</i> [Muell.) Arg.	Euphorbiaceae	Kayu bakar	Cabang/ranting
Kayu besi	<i>Diospyros celebica</i> Bakh,	Ebenaceae	Bahan bangunan	Batang
Kayu cina	<i>Dacrydium elatum</i> Wall.	Podocarpaceae	Obat-obatan	Batang, kulit, getah
Kayu India	Sp3	-	Obat-obatan	Daun
Kayu rita	<i>Alstonia scholaris</i> R.Br.	Apocynaceae	Obat-obatan	Getah
Kelapa	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Pangan, bahan bangunan, budaya	Batang, daun, buah
Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.	Euphorbiaceae	Pangan	Buah
Kenra	Sp4	-	Obat-obatan	Akar
Kopi	<i>Coffea</i> sp	Rubiaceae	Pangan, obat-obatan, kayu bakar	Cabang/ranting, daun, buah
Lada	<i>Piper nigrum</i> L.	Piperaceae	Pangan	Buah
Langsat	<i>Lansium domesticum</i> Corr.	Meliaceae	Pangan	Buah
Linre	Sp5	-	Kayu bakar	Cabang/ranting
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Pangan	Buah
Manggis	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Guttiferaceae	Pangan, obat-obatan	Buah
Moha	Sp6	-	Obat-obatan	Kulit
Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	Pangan, kayu bakar, budaya	Cabang/ranting, daun, buah
Pala	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	Myristicaceae	Pangan	Buah
Petai	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.	Fabaceae	Pangan	Buah
Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	Arecaceae	Obat-obatan, budaya	Buah
Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Sapindaceae	Pangan, bahan bangunan, kayu bakar	Batang, cabang/ranting, buah
Sagu	<i>Metroxylon sagu</i> Rottb.	Arecaceae	Bahan bangunan	Daun

Nama lokal	Jenis		Jenis pemanfaatan	Bagian yang dimanfaatkan
	Nama ilmiah	Famili		
Sengon	<i>Paraserianthes moluccana</i>	Fabaceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga, kayu bakar	Batang, cabang/ranting
Sirsak	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	Obat-obatan	Daun
Srikaya	<i>Annona squamosa</i> L.	Annonaceae	Obat-obatan	Daun
Sukun	<i>Artocarpus communis</i> Forst.	Moraceae	Pangan	Buah
Suren	<i>Toona surenii</i> Merr.	Meliaceae	Bahan bangunan, alat rumah tangga	Batang
Teba Dao	<i>Dracontomelon dao</i> (Bl.)Merr.& Rolfe	Anacardiaceae	Obat-obatan	Daun

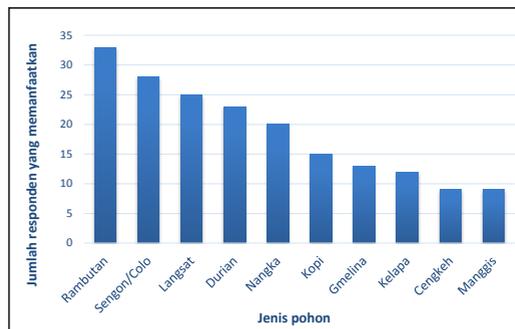
Famili dengan jumlah jenis terbanyak (enam jenis) yang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah Fabaceae, yaitu dadap (*Erythrina variegata*) sebagai tanaman obat; gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai tanaman pagar, penabung, makanan ternak; jengkol (*Pithecolobium lobatum*) dan petai (*Parkia speciosa*) sebagai bahan pangan; johar (*Cassia siamea*) dan sengon (*Paraserianthes moluccana*) sebagai bahan bangunan/kayu komersial. Arecaceae termasuk famili dengan jenis-jenis yang banyak dimanfaatkan (empat jenis), antara lain kelapa (*Cocos nucifera*), aren (*Arenga pinata*), sagu (*Metroxylon sagu*) dan pinang (*Areca catechu*) sebagai bahan pangan dan pemanfaatan terkait budaya.

Masyarakat di DAS Balangtieng memanfaatkan jenis-jenis pohon sebagai bahan bangunan (20 jenis dari 13 famili), untuk pangan (17 jenis dari 14 famili), obat-obatan (15 jenis dari 11 famili), kayu bakar (14 jenis dari 10 famili), peralatan rumah tangga (9 jenis dari 6 famili) dan budaya (6 jenis dari 4 famili) (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis pohon yang ada di wilayah DAS Balangtieng ini memiliki nilai penting bagi masyarakat dalam mendukung pemenuhan kebutuhan papan, pangan, obat-obatan, sumber energi dan kebudayaan.



Gambar 1. Jumlah jenis dan famili pohon yang dimanfaatkan oleh masyarakat di DAS Balangtieng

Jenis pohon yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah rambutan (*Nephelium lappaceum*), sengon (*Paraseriantbes moluccana*), langsung (*Lansium domesticum*), durian (*Durio zibethinus*) dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*) (Gambar 2). Lebih dari 15 responden memanfaatkan kelima jenis pohon tersebut. Kelapa (*Cocos nucifera*), gmelina (*Gmelina arborea*) dan kopi (*Coffea arabica*) dimanfaatkan oleh 10 - 15 responden; cengkeh (*Syzygium aromaticum*), mangga (*Mangifera indica*), coklat (*Theobroma cacao*), jambu batu (*Psidium guajava*), suren (*Toona surenii*), srikaya (*Annona squamosa*), bisuhu (*Magnolia sumatrana*) dan kayu cina (*Dacrydium elatum*) dimanfaatkan oleh 5 - 10 responden (Gambar 2). Jenis-jenis pohon lainnya dimanfaatkan oleh kurang dari 5 responden.



Gambar 2. Sepuluh jenis pohon yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat DAS Balangtieng

Bagian yang dimanfaatkan dari jenis-jenis pohon bervariasi mulai dari daun, buah, batang maupun keseluruhan dari pohonya. Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah jenis pohon yang memiliki berbagai manfaat, batangnya dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, buahnya sebagai bahan makanan dan daunnya sebagai bagian dari ornamen pada pesta pernikahan (budaya). Buahnya tidak hanya untuk konsumsi sendiri tetapi juga menjadi produk yang komersial untuk diperdagangkan. Tanaman kopi (*Coffea arabica*) yang banyak ditanam di bagian hulu dan tengah DAS Balangtieng dimanfaatkan buahnya sebagai bahan pangan dan menjadi produk komersial, daunnya sebagai obat penurun tekanan darah dan ranting-rantingnya untuk kayu bakar. Rambutan (*Nephelium lappaceum*) juga termasuk jenis pohon yang dimanfaatkan buahnya sebagai bahan pangan, batang pohonnya untuk bahan bangunan dan cabang/rantingnya untuk kayu bakar.

Masyarakat memanfaatkan jenis-jenis pohon tersebut umumnya dari kebun sendiri. Namun demikian, sebagian masyarakat juga mengambil dari lahan milik orang lain atau dari kawasan hutan. Jenis-jenis pohon yang diambil dari lahan orang lain umumnya jenis yang dianggap tidak komersial seperti kayu bakar, atau jenis-jenis yang dimanfaatkan sebagai obat misalnya daun, kulit dan getah dari jenis-jenis pohon tertentu. Pemanfaatan bagian tanaman/tumbuhan milik orang lain seperti kayu bakar dan obat-obatan tersebut dilakukan dengan tidak mengurangi hak kepemilikan dan merusak kelangsungan hidup tanaman. Jenis-jenis yang diambil dari hutan adalah jenis pohon yang dimanfaatkan sebagai bahan bangunan misalnya Bakang (*Litsea elliptica* Blume), Bisuhu (*Magnolia sumatrana* var. *glauca* (Bl.)) dan obat-obatan misalnya Pinang (*Areca catechu* L), Kayu rita (*Alstonia scholaris* R.Br.).

Pemanfaatan jenis pohon yang diperoleh tidak hanya dari lahan milik sendiri, tetapi juga dari lahan milik orang lain dan hutan menunjukkan bahwa keragaman jenis pohon pada lahan milik maupun kawasan hutan merupakan aset bersama yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat tanpa merugikan pemilik lahan.

A. Pemanfaatan Jenis Tumbuhan untuk Pangan

Masyarakat di Desa Swatani, Bululohe dan Kindang yang berada di bagian hilir, tengah dan hulu DAS memanfaatkan jenis-jenis pohon untuk

bahan pangan yaitu: durian (*Durio zibethinus*), manggis (*Garcinia mangostana*), mangga (*Mangifera indica*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), jambu (*Psidium guajava*), langsung (*Lansium domesticum*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), kelapa (*Cocos nucifera*), petai (*Parkia speciosa*), jengkol (*Pithecolobium lobatum*) dan kemiri (*Aleurites moluccana*). Kopi jenis robusta dibudidayakan di lahan yang berada dalam kawasan hutan (terutama di Desa Bululohe) dan di lahan milik masyarakat. Hampir semua masyarakat di bagian hulu DAS Balang-tieng memiliki tanaman kopi meskipun hanya ditanam sebagai tanaman pagar dan untuk konsumsi sendiri.

Jenis pohon yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan, selain dikonsumsi sendiri juga dijual sebagai tambahan pendapatan. Jenis pohon yang hasilnya sebagian besar dijual adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum*), coklat (*Theobroma cacao*), lada (*Piper nigrum*), kopi (*Coffea* sp), pala (*Myristica fragrans*) dan kemiri (*Aleurites moluccana*), sedangkan yang dikonsumsi sendiri adalah jambu batu (*Psidium guajava*), mangga (*Mangifera indica*), manggis (*Garcinia mangostana*) dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Jenis-jenis lainnya, yaitu kelapa (*Cocos nucifera*), durian (*Durio zibethinus*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), langsung (*Lansium domesticum*), sukun (*Artocarpus communis*) dimanfaatkan baik untuk tujuan konsumsi sendiri dan dijual.

Di Desa Swatani, yang berada di hilir DAS terjadi dinamika penggunaan lahan, dari kebun campur berbasis coklat (*Theobroma cacao*) menjadi agroforestri lada (*Piper nigrum*). Lada dianggap memiliki nilai ekonomis tinggi dengan tingkat ketahanan terhadap hama yang relatif lebih baik dibandingkan coklat. Lada dibudidayakan secara intensif oleh petani di Desa Swatani di bawah tegakan pohon. Jenis pohon yang biasanya digunakan sebagai rambatan lada adalah gamal (*Gliricidia sepium*).

Di Desa Bululohe, yang berada di bagian tengah DAS, jenis pohon penghasil buah yang dibudidayakan sejak lebih dari lima tahun lalu adalah durian (*Durio zibethinus*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), langsung (*Lansium domesticum*) dan pisang (*Musa* spp.). Di Desa Kindang, yang berada di hulu, jenis-jenis pohon yang dibudidayakan relatif tetap sejak lebih dari lima tahun lalu yaitu kopi, cengkeh, durian, dan jenis pohon penghasil buah-buahan lainnya. Desa Kindang dengan ketinggian tempat >700 m dpl merupakan tempat yang baik untuk budidaya kopi.

Selain jenis-jenis pohon, masyarakat juga memanfaatkan umbi-umbian sebagai bahan pangan. Namun, jenis-jenis umbi yang dimanfaatkan oleh masyarakat tidak termasuk dalam kajian ini.

B. Pemanfaatan Jenis Tumbuhan untuk Obat-Obatan

Sebagian masyarakat masih memanfaatkan obat-obatan tradisional dari jenis-jenis tumbuhan. Jenis-jenis pohon yang dimanfaatkan sebagai obat-obatan antara lain Bila (*Crescentia cujete*), jambu batu (*Psidium guajava*), kayu cina (*Dacrydium elatum*), kayu india (Sp3), kayu rita (*Alstonia scholaris*), sirsak (*Annona muricata*), srikaya (*A. squamosa*). Pengetahuan tentang khasiat tumbuhan untuk obat umumnya diperoleh secara turun temurun dari orang tua mereka. Alasan menggunakan jenis-jenis tumbuhan sebagai obat-obatan tradisional ini karena tersedia di lahan sekitar mereka, tidak perlu membeli dan dipercaya lebih aman.

Jenis pohon yang dimanfaatkan untuk obat-obatan termasuk paling beragam ketiga setelah bahan bangunan dan pangan. Bagian pohon yang dimanfaatkan untuk obat-obatan ini berupa akar, batang, daun, buah, kulit dan getah. Jenis pohon yang dimanfaatkan untuk obat-obatan diambil dari lahan milik sendiri, lahan orang lain ataupun kawasan hutan. Pemanfaatan jenis pohon sebagai bahan obat-obatan ini hanya untuk konsumsi sendiri.

Selain jenis pohon, masyarakat juga memanfaatkan jenis-jenis perdu sebagai bahan obat-obatan tradisional seperti babadotan (*Ageratum conyzoides*), kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*), dan berbagai jenis rumput-rumputan.

C. Pemanfaatan Jenis Tumbuhan untuk Bahan Bangunan

Pemanfaatan pohon untuk bangunan merupakan pemanfaatan yang paling beragam. Hal ini berkaitan dengan karakteristik kayu yang dekoratif (Frick, 1980; Surya, 2004), memiliki keragaman sifat dan kesesuaian pemanfaatannya (Prayitno, 1997.). Kayu masih dianggap sebagai bahan bangunan penting di Kabupaten Bulukumba dan sekitarnya karena masih banyak rumah tradisional yaitu rumah panggung yang dibangun menggunakan kayu sebagai komponen terbesarnya. Rangka, tiang, lantai, dinding, kusen, daun pintu dan jendela rumah panggung ini berbahan baku kayu (Gambar 4).



Gambar 4. Rumah panggung yang berbahan baku kayu di Kabupaten Bulukumba

Beberapa jenis pohon penghasil kayu seperti jati dan kayu besi termasuk jenis yang bernilai ekonomi tinggi. Sebagian besar responden di desa kajian menyebutkan bahwa pemanfaatan jenis-jenis pohon penghasil kayu umumnya untuk kebutuhan sendiri. Pohon penghasil kayu per-tukangan umumnya ditanam atau tumbuh sendiri di lahan masyarakat di antara tanaman utama coklat, cengkeh, kopi dan lada. Pohon penghasil kayu tersebut ditebang pada saat diperlukan untuk bahan bangunan.

Sebagian kecil masyarakat mulai membudidayakan jenis pohon penghasil kayu cepat tumbuh seperti sengon (*Paraserianthes moluccana*) dan gmelina/jati putih (*Gmelina arborea*) untuk tujuan komersil. Sementara itu, jenis lokal Sulawesi yang menjadi primadona seperti kayu biti (*Vitex cofassus*) mulai ditinggalkan dan tidak dibudidayakan lagi karena daurnya relatif lama. Kayu biti umumnya dimanfaatkan untuk bahan baku perahu pinisi (Widiyanto & Siarudin, 2014). Industri pembuatan perahu pinisi ini jarang ditemukan di wilayah DAS Balangtieng.

Jenis pohon penghasil kayu lokal yang diambil oleh masyarakat dari kawasan hutan antara lain: bakang (*Litsea elliptica*), bisuhu (*Magnolia sumatrana*), asa (*Castanopsis acuminatissima*), dan bayam (*Maesopsis eminii*). Jenis-jenis tersebut tumbuh di kawasan hutan produksi, sehingga intensitas pemanfaatannya relatif jarang karena adanya peraturan perundangan yang berlaku di Kabupaten Bulukumba. Masyarakat mengaku memanfaatkan kayu yang tumbang setelah meminta ijin kepada petugas yang berwenang

(Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bulukumba). Jenis pohon penghasil kayu lokal seperti asa dan bisuhu mulai ditanam di kebun milik masyarakat bahkan telah dimanfaatkan. Selain menggunakan jenis-jenis pohon penghasil kayu bangunan, masyarakat juga memanfaatkan jenis pohon penghasil buah yang sudah tidak produktif sebagai bahan bangunan, seperti kelapa, nangka, rambutan, dan mangga.

D. Pemanfaatan jenis tumbuhan untuk peralatan rumah tangga

Peralatan rumah tangga yang menggunakan bahan baku kayu antara lain furniture (meja, kursi, lemari), gagang cangkul, gagang golok/sabit/pisau, dan penumbuk bumbu. Jenis pohon yang dimanfaatkan untuk pembuatan furniture, terutama lemari adalah jenis pohon penghasil kayu cepat tumbuh seperti gmelina/jati putih (*Gmelina arborea*), suren (*Toona sureni*), sengon (*Paraserianthes moluccana*) dan jenis pohon penghasil buah seperti nangka (*Artocarpus heterophyllus*).

E. Pemanfaatan jenis tumbuhan untuk kayu bakar

Sebagian masyarakat masih menggunakan kayu sebagai sumber energi rumah tangga. Masyarakat pada umumnya menggunakan kayu bakar berupa ranting dan cabang pohon mati yang jatuh di lantai kebun. Pada dasarnya masyarakat tidak mempersyaratkan jenis tertentu untuk keperluan kayu bakar, tetapi jenis pohon yang paling banyak digunakan sebagai kayu bakar oleh responden adalah sengon. Hal ini disebabkan karena ranting sengon mudah mati dan jatuh secara alami, sehingga banyak tersedia di kebun.

Masyarakat mengambil cabang dan ranting untuk kayu bakar dari kebun sendiri dan dari kebun orang lain. Pemanfaatan kayu bakar oleh masyarakat di DAS Balangtieng umumnya tidak intensif karena sebagian besar responden telah menggunakan gas LPG untuk memasak. Penggunaan kayu bakar hanya untuk memasak air minum atau ketika ada hajatan yang memerlukan bahan bakar karena memasak dalam jumlah banyak. Pola pemanfaatan kayu bakar oleh masyarakat tersebut tidak jauh berbeda dengan pemanfaatan kayu bakar pada hutan rakyat agroforestri di Kabupaten Ciamis, Jawa Barat sebagaimana dilaporkan oleh Siarudin (2015).

F. Pemanfaatan jenis tumbuhan untuk budaya

Tidak banyak jenis tumbuhan yang dimanfaatkan untuk budaya, yaitu hanya ada lima jenis yaitu bambu (*Bambusa* sp), jeruk (*Citrus sinensis*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), kelapa (*Cocos nucifera*), dan pinang (*Areca catechu*). Daun kelapa muda (janur) dimanfaatkan sebagai simbol pesta pernikahan, kayu/bambu untuk membuat gerbang penanda adanya pesta pernikahan (Gambar 5).



Gambar 5. Gerbang dari kayu/bambu yang dibuat pada saat berlangsung pesta pernikahan

IV. KESIMPULAN

Teridentifikasi sebanyak 53 jenis pohon yang dimanfaatkan oleh masyarakat di DAS Balangtieng sebagai bahan pangan, obat-obatan, bangunan, peralatan rumah tangga kayu bakar dan seni budaya. Jenis pohon yang paling banyak dimanfaatkan adalah sebagai bahan bangunan 20 jenis, bahan pangan 17 jenis dan obat-obatan 15 jenis. Jenis-jenis pohon yang dimanfaatkan sebagian besar berasal dari lahan milik sendiri, lahan milik orang lain dan hanya sebagian kecil yang diperoleh dari kawasan hutan.

Pemanfaatan jenis pohon umumnya masih secara tradisional dalam skala subsisten. Pemanfaatan secara komersial terbatas pada jenis-jenis yang sudah populer yaitu penghasil kayu cepat tumbuh seperti sengon (*Paraserianthes moluccana* dan gmelina (*Gmelina arborea*), dan jenis-jenis perkebunan seperti cengkeh (*Syzygium aromaticum*), coklat (*Theobroma cacao*), dan kopi (*Coffea* sp).

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. (2012). Valuation of Tangible Benefits of a Homestead Agroforestry System: A Case Study from Bangla desh. *Hum Ecol*, 40, 639-664.
- Angelsen, A., & Wunder, S. (2003). *Exploring the Forest – Poverty Link: key concepts, issues and research implications*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Ashari, Saptana, & Purwantini, T. (2012). Potensi dan Prospek Pemanfaatan Lahan Pekarangan untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 30, 13-30.
- Belcher, B. M. (2005). Forest Product Markets, Forests and Poverty Reduction. *International Forestry Review*, 7(2), 81-88.
- Frick, H. (1980). *Ilmu Konstruksi Bangunan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Gregersen, H. M., Ffolliott, P. F., & Brooks, K. N. (2007). *Integrated watershed management: Connecting people to their land and water*. CABI.
- Hakim, L. (2014). *Etnobotani dan Manajemen Kebun-Pekarangan Rumah: Ketahanan Pangan, Kesehatan dan Agrowisata*. Malang: Penerbit Selaras.
- Lal, R. (1999). *Integrated watershed management in the global ecosystem*. CRC Press.
- Lovadi, I., & Meliki, R. L. (2013). Etnobotani tumbuhan obat oleh Suku Dayak Iban Desa Tanjung Sari Kecamatan Ketungau Tengah Kabupaten Sintang. *Protobiont*, 2(3).
- Macap, H. (2013). Etnobotani Pangan Suku Matbat di Pulau Misool Kabupaten Raja Ampat Papua Barat.
- Pattinama, M. M. J., Nanere, M. G., & Nsubuga-Kyobe, A. (2008). The Ethnobotany Of Traditional Agriculture And Agroforestry System Of The Geba Bupolo, Buru Island, Maluku, Indonesia.

- Pradityo, T., Santoso, N., & Zuhud, E. A. (2017). ETNOBOTANI DI KEBUN TEMBAWANG SUKU DAYAK IBAN, DESA SUNGAI MAWANG, KALIMANTAN BARAT. *Media Konservasi*, 21(2), 183-198.
- Prayitno, T. A. (1997.). Penggunaan Kayu Bermutu Rendah. *Buletin Kebutuhan*, 32.
- Roshetko, J. M., Snelder, D. J., Lasco, R. D., & Noordwijk, M. v. (2008). Future Challenge: A Paradigm Shift in the Forestry Sector. In D. J. Snelder & R. D. Lasco (Eds.), *Smallholder Tree Growing for Rural Development and Environmental Services* (pp. 453-485): Springer.
- Safitri, S., Yolanda, R., & Brahmana, E. M. (2015). Studi Etnobotani Tumbuhan Obat Di Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Biologi*, 1(1).
- Siarudin, M. (2015). *Hutan Rakyat Agroforestry sebagai Sumber Energi Masyarakat Pedesaan di Kabupaten Ciamis*. Paper presented at the Seminar Nasional Agroforestry 2015, Bandung.
- Sudirga, S. K. (2012). Pemanfaatan Tumbuhan sebagai Obat Tradisional di Desa Trunyan Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. *Bumi Lestari*, 4(2).
- Sujarwo, W., & Caneva, G. (2015). Ethnobotanical Study of Cultivated Plants in Home Gardens of Traditional Villages in Bali (Indonesia). . 43, 769-778.
- Sundawa, U. V. H. (2016). *KAJLAN ETNOBOTANI TUMBUHAN OBAT OLEH MASYARAKAT DESA GUNUNG MASIGIT KABUPATEN BANDUNG BARAT*. FKIP UNPAS.
- Surya, P. E. (2004). *Aneka Cara Menyambung Kayu*. Jakarta: Puspa Swara.

Widiyanto, A., & Siarudin, M. (2014). Mengenal Kayu Bitti ((*Vitex cofassus*) sebagai Bahan Baku Pembuat Kapal Phinisi. *Warta Hasil Hutan*, 9, 7-10.

Etnozoologi pada Agroforestri di DAS Balangtieng

Aji Winara dan Anas Badrunnasar

ABSTRAK

Salah satu manfaat ekologis agroforestri adalah menyediakan relung hidup bagi organisme termasuk satwa liar. Perubahan penggunaan/tutupan lahan yang terjadi di DAS Balangtieng pada periode 1989 – 2009 berupa hilangnya tutupan hutan sebanyak 63 % dan perubahan agroforestri cengkeh menjadi agroforestri coklat kopi sebanyak 43 % dari total luas DAS diduga berdampak pada komposisi jenis satwanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis satwa liar yang dijumpai pada agroforestri di DAS Balangtieng beserta peran ekologi dan nilainya bagi masyarakat. Penelitian dilakukan pada Bulan April 2015 dengan metode wawancara terhadap 28 orang petani pemilik lahan agroforestri di bagian hulu, tengah dan hilir. Sebanyak 29 jenis satwa yang terdiri dari 9 jenis aves, 9 jenis mamalia, 6 jenis reptil, 3 jenis serangga, 1 jenis diplopoda dan 1 jenis gastropoda dijumpai di lahan dengan tutupan agroforestri. Babi hutan dan kelelawar adalah mamalia yang paling sering dijumpai. Berdasarkan fungsinya dalam ekologi, 11 jenis termasuk karnivora yang berperan sebagai pemangsa, 15 jenis sebagai herbivora yang berperan sebagai pemakan buah dan pemencar biji, 1 jenis nektarivor sebagai penyerbuk, 1 jenis psivora dan 1 jenis dekomposer.. Secara umum, persepsi masyarakat mengenai satwa liar dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu satwa yang memiliki nilai keindahan, satwa sebagai hama yang merugikan dan sebagai pemangsa (predator). Babi hutan adalah jenis satwa liar yang paling meresahkan bagi masyarakat.

Kata kunci: agroforestri, DAS Balangtieng, satwa liar, masyarakat

I. PENDAHULUAN

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang umum dijumpai di DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan. Beberapa sistem agroforestri di DAS Balangtieng antara lain agroforestri coklat, agroforestri kopi, agroforestri lada, agroforestri cengkeh, agroforestri jambu mete dan kebun campuran. Salah satu manfaat ekologis agroforestri adalah sebagai habitat bagi satwa liar. Sebagian satwa liar yang berperan sebagai penyerbuk dan pemencar biji sangat penting keberadaannya dalam kelangsungan ekosistem. Meskipun demikian, sebagian satwa liar dianggap menjadi hama yang merugikan masyarakat.

Keragaman jenis fauna termasuk satwa liar pada agroforestri sangat bergantung pada keragaman flora penyusunnya serta komposisi floristik dan struktur vegetasi (Jose, 2012). Caudill, Vaast, and Husband (2014) melaporkan sebanyak 11 jenis mamalia kecil dijumpai pada agroforestri kopi di India. Prasetyo, Tata, and Noerfahmy (2012) menjumpai beberapa jenis kelelawar pada agroforestri karet di Sumatera, baik kelelawar pemakan buah yang berperan sebagai pemencar biji atau pun kelelawar pemakan serangga. Berdasarkan hasil wawancara, Hy (2016) melaporkan sebanyak 20 jenis burung dan 5 jenis mamalia yang pernah dilihat oleh masyarakat pada agroforestri kopi di Garut, dan Diniyati (2015) juga melaporkan bahwa sebanyak 18 jenis satwa sering dijumpai oleh masyarakat pada kawasan agroforestri hutan rakyat di Ciamis dan Tasikmalaya, Jawa Barat.

Pada periode tahun 1989 hingga 2009 diperkirakan telah terjadi perubahan tutupan lahan hutan tidak terganggu di sekitar DAS Balangtieng sebesar 63 % dan perubahan agroforestri cengkeh menjadi agroforestri coklat dan kopi sebesar 43 %. Adanya perubahan tutupan hutan diduga merubah komposisi jenis satwa. Sistem penggunaan lahan agroforestri di DAS Balangtieng yang berbatasan dengan hutan lindung (di bagian hulu) dan hutan produksi terbatas (di bagian tengah), diduga dapat menyediakan ruang hidup bagi satwa liar yang berasal dari hutan. Selain itu, beberapa jenis satwa diduga memanfaatkan agroforestri sebagai habitat alaminya. Keberadaan satwa liar pada agroforestri membuktikan bahwa agroforestri tidak hanya menyediakan jasa lingkungan sebagai penyedia karbon dan mengatur tata air tetapi juga sebagai habitat satwa liar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis satwa liar yang dijumpai pada agroforestri di DAS Balangtieng.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Bulan April 2015 di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Kindang (mewakili bagian hulu DAS), Kecamatan Rialo Ale (mewakili bagian tengah DAS) dan Kecamatan Swatani (mewakili bagian hilir DAS). Wawancara terhadap 28 orang petani yang memiliki lahan agroforestri dengan perincian 10 orang di Kecamatan Kindang, 10 orang di Kecamatan Rialo Ale dan 9 orang di Kecamatan Swatani. Pertanyaan secara umum meliputi 1) kepemilikan lahan agroforestri, 2) jenis binatang yang pernah dijumpai pada lahan agroforestri dan kelompok peran ekologisnya (herbivora, karnivora, penyerbuk). Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dengan bantuan tabulasi dan gambar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jenis Satwa dan Peran Ekologi

Sebanyak 29 jenis satwa liar yang terdiri dari 9 jenis aves, 9 jenis mamalia, 6 jenis reptil, 3 jenis serangga, 1 jenis diplopoda dan 1 jenis gastropoda dijumpai oleh masyarakat di lahan dengan tutupan agroforestri (Tabel 1). Berdasarkan peran ekologisnya dalam rantai makanan ekosistem, sebanyak 15 satwa tergolong herbivor dan 11 jenis tergolong karnivor atau predator, 1 jenis piscivor, 1 jenis nektarivor dan 1 jenis dekomposer. Informasi tersebut menunjukkan bahwa secara umum agroforestri telah mampu memberikan ruang hidup bagi beberapa jenis satwa liar terlepas dari peran agroforestri tersebut pada perilaku hidup satwa seperti perannya sebagai sarang, tempat mencari makan atau tempat bermain.

Dari 29 jenis satwa tersebut, 21 diantaranya dijumpai di bagian hulu, 15 jenis di bagian tengah dan 19 jenis di bagian hilir. Bagian hulu dan tengah merupakan bagian terdekat dengan hutan alam, bagian hulu berbatasan dengan hutan lindung dan bagian tengah berbatasan dengan hutan produksi terbatas. Hal ini menunjukkan pula bahwa agroforestri mampu menjadi koridor penting bagi satwa liar selain hutan alam. Hal ini sejalan dengan yang ditemukan Jose (2012), bahwa agroforestri dapat melindungi keragaman hayati yang lain seperti hewan dan mikroorganisme melalui hadirnya jenis-jenis tumbuhan yang menjadi habitat satwa atau inang mikroorganisme tertentu serta koridor bagi satwa liar.

Tabel 1. Jenis satwa yang sering terlihat pada kawasan agroforestri di sekitar DAS Balangtieng

No	Jenis Satwa (Nama Lokal)	Kelas	Frekuensi relatif perjumpaan responden dengan satwa liar pada agroforestri berdasarkan Bagian DAS Balangtieng (%)			Etnozologi (Jenis makanan)	Fungsi ekologi
			Hulu	Tengah	Hilir		
1	Ayam Hutan (Jangangromang)	Aves	20	0	0	Cacing	Insektivora
2	Babi Hutan (Bahi)	Mamalia	10	60	80	Coklat, kelapa, akar tanaman muda, umbi- umbian	Herbivor
3	Bekicot	Gastropoda	0	0	10	Lada	Herbivor
4	Biawak (Panarang)	Reptilia	20	10	40	Ayam, telur	Karnivor
5	Burung Cimpoleng	Aves	10	30	0	Lada	Herbivor
6	Burung Gagak	Aves	10	10	20	Hewan lain	Karnivor
7	Burung Hantu (Kokoci)	Aves	40	30	50	Tikus dan ular	Karnivor
8	Burung Kuntul	Aves	0	0	10	Ikan	Piscivor
9	Burung Nuri	Aves	40	0	0	Buah-buahan	Herbivor
10	Burung Pocondro	Aves	20	0	0	Langsat	Herbivor
11	Burung Sriti	Aves	0	10	0	Buah-buahan	Herbivor
12	Burung Elang	Aves	20	30	40	Burung kecil, tikus, ular dan ayam	Karnivor

No	Jenis Satwa (Nama Lokal)	Kelas	Frekuensi relatif perjumpaan responden dengan satwa liar pada agroforestri berdasarkan Bagian DAS Balangtieng (%)			Etnozologi (Jenis makanan)	Fungsi ekologi
			Hulu	Tengah	Hilir		
			0	0	10		
13	Kaki Seribu	Diplopoda	0	0	10	Tanaman mati/serasah	Dekomposer
14	Kelelawar (Paniki)	Mamalia	30	60	50	Rambutan, pisang, pepaya, mangga, langsat dan nangka	Herbivor
15	Kucing Hutan	Mamalia	0	0	10	Ayam	Karnivor
16	Kumbang Buah	Serangga	0	10	0	Buah-buahan	Herbivor
17	Kuskus (Lampasa)	Mamalia	10	0	20	Buah-buahan	Herbivor
18	Lebah Madu	Serangga	10	0	10	Madu	Nektarivor
19	Monyet Ekor Panjang	Mamalia	10	10	0	Buah-buahan	Herbivor
20	Musang (Memo)	Mamalia	10	30	20	Kopi, ayam	Herbivor/Karnivor
21	Tikus Tanah (Balaho)	Mamalia	10	60	40	Buah-buahan	Herbivor
22	Tikus Pohon	Mamalia	10	0	0	Langsat	Herbivor
23	Tupai	Mamalia	20	10	20	Kelapa, mangga, nangka, langsat, rambutan dan durian	Herbivor

No	Jenis Satwa (Nama Lokal)	Kelas	Frekuensi relatif perjumpaan responden dengan satwa liar pada agroforestri berdasarkan Bagian DAS Balangteng (%)			Etnozologi (Jenis makanan)	Fungsi ekologi
			Hulu	Tengah	Hilir		
			24	Ular Sawah	Reptilia		
25	Ular Daun	Reptilia	0	0	10	Tikus	Karnivor
26	Ular Hitam	Reptilia	40	0	40	Tikus	Karnivor
27	Ular Kobra	Reptilia	30	0	0	Tikus	Karnivor
28	Ular Sanca	Reptilia	30	10	0	Tikus dan ayam	Karnivor
29	Ulat Buah	Serangga	0	0	20	Buah-buahan	Herbivor

Jenis satwa yang dijumpai pada semua bagian DAS adalah babi hutan, biawak, kelelawar, musang, tikus tanah, tupai, burung gagak, burung hantu dan burung elang. Babi hutan dan kelelawar adalah satwa liar yang paling sering dijumpai oleh masyarakat. Keberadaan kelelawar pada sistem agroforestri berkaitan dengan tersedianya sumber makanan. seperti buah rambutan, langsung, mangga, manggis dan pisang. Prasetyo *et.al.*, (2012) melaporkan sebanyak 45 jenis kelelawar dijumpai pada agroforestri karet dan 15 diantaranya tergolong kelelawar herbivor. Demikian pula kehadiran babi hutan pada agroforestri karena ketersediaan makanan dari tanaman pangan yang ditanam oleh masyarakat diantaranya jenis umbi-umbian.

Jenis satwa yang hanya dijumpai di bagian hulu DAS adalah ayam hutan, burung nuri, burung pocondro, tikus pohon dan ular kobra. Jenis-jenis satwa liar tersebut, saat ini termasuk jenis yang jarang dijumpai. Keberadaannya pada agroforestri disebabkan karena tutupan vegetasi pohon pada agroforestri hulu DAS masih terjaga dan letak agroforestri di bagian hulu DAS berdekatan dengan hutan lindung yang masih alami. Dalam kondisi seperti ini, agroforestri menjadi relung hidup tambahan bagi satwa untuk mencari makan atau bermain selain menjadikan hutan alam sebagai tempat bersarang.

Bekicot, kaki seribu, burung kuntul dan kucing pohon hanya dijumpai pada agroforestri di bagian hilir DAS (Tabel 1). Berdasarkan fungsi ekologiannya, pada agroforestri ditemukan satwa herbivora yang berpotensi sebagai hama, seperti bekicot dan serangga (kumbang buah dan ulat buah). Keberadaan herbivor tersebut sangat berkaitan dengan keberadaan inangnya pada agroforestri. Selain herbivora, ditemukan pula serangga pemakan madu (nektarivora) yang secara tidak langsung membantu penyerbukan tanaman. Keberadaan herbivora (bekicot) mengundang datangnya pemangsa (karnivora) seperti elang, biawak dan ular. Demikian pula keberadaan serangga mengundang satwa pemangsa serangga (insektivora) seperti kelelawar kecil dan burung.

Keberadaan satwa herbivor dan karnivora pada agroforestri, melengkapi tatanan ekosistem sehingga terbentuk jaring-jaring makanan yang lengkap. Keberadaan satwa pemakan buah (frugivora), pemakan madu (nektarivora), pemakan serangga (insektivora) dalam sistem agroforestri memiliki peran pendukung, yaitu sebagai pemencar biji untuk proses regenerasi alami, penyerbuk dan pengendali serangga yang berpotensi sebagai hama.

B. Nilai Satwa bagi Masyarakat

Masyarakat mengenal dan menilai satwa liar yang dijumpai pada agroforestri karena tiga hal, yaitu: (1) memiliki keindahan, (2) pemangsa dan (3) hama. Pemahaman tersebut muncul dari pengalamannya berinteraksi dengan satwa selama mengelola lahan

Satwa yang memiliki keindahan bentuk dan suara adalah burung nuri, burung cimpoleng, burung pocondro, kuntul dan burung sriti. Masyarakat memahami bahwa satwa liar yang dinilai memiliki keindahan dianggap sebagai keanekaragaman hayati yang harus dijaga. Satwa pemangsa menurut persepsi masyarakat dianggap sebagai satwa yang merugikan karena memakan hewan ternak, yaitu: ular, biawak, burung elang, burung hantu, burung gagak, kucing hutan dan musang. Namun, kadang-kadang satwa pemangsa juga dianggap menguntungkan karena menjadi pengendali hama, yaitu: burung elang dan burung hantu. Satwa liar yang dianggap sebagai hama tanaman agroforestri adalah babi hutan, kelelawar, tupai, tikus, monyet, kuskus, kumbang dan ulat.

Babi hutan dianggap sebagai hama yang paling merugikan. Babi hutan ini menyerang tanaman pangan terutama umbi-umbian. Gangguan babi hutan sebagai hama bagi tanaman diakui oleh Kepala Dinas Kehutanan Kabupaten Bulukumba karena satwa ini juga menyerang tanaman cendana yang baru ditanam untuk rehabilitasi lahan di sekitar hutan produksi terbatas di Kecamatan Rilau Ale. Kelelawar, tupai, monyet dan kuskus memakan buah-buahan seperti kelapa, langsung, rambutan, mangga dan pisang.

Terjadi perbedaan pemahaman masyarakat terhadap beberapa jenis satwa, karena masyarakat melihat dampak yang ditimbulkan secara langsung oleh aktivitas satwa tersebut. Kelelawar dianggap sebagai hama karena memakan buah-buahan di lahan masyarakat dan secara langsung menyebabkan kerugian. Masyarakat belum memahami bahwa kelelawar secara tidak langsung berperan sebagai pemencar biji, bahkan ada jenis-jenis kelelawar yang berperan sebagai penyerbuk bunga dan pemakan serangga (pengendali hama), sebagaimana yang dilaporkan pula oleh Prasetyo *et al.*, (2012). Anggapan bahwa kelelawar lebih berperan sebagai hama pemakan buah-buahan daripada sebagai pemencar biji terjadi pula di Gorontalo (Hiola, 2017).

Istilah hama hanya dikenal dalam konsep antropogenik atau berkaitan dengan kepentingan manusia bukan istilah ekologi, sehingga apabila satwa herbivora merugikan bagi manusia maka dikategorikan sebagai hama (Untung, 1993). Namun dalam konsep ekologi, jika kerugian akibat herbivora masih di bawah batas ambang ekonomi maka serangan hama menjadi bagian dari kesetimbangan ekosistem.

Tingginya tingkat gangguan satwa liar hingga menjadi hama menunjukkan bahwa kepadatan populasi satwa tersebut tinggi dan populasi pemangsa kurang. Hal ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan dalam ekosistem, karena ada komponen dalam rantai makanan yang hilang. Tingginya tingkat serangan babi hutan terjadi karena berkurangnya jumlah pemangsa seperti macan atau ular sanca. Sementara, masyarakat di DAS Balangtieng ini tidak mengkonsumsi babi hutan sehingga perburuan babi jarang dilakukan. Kadang-kadang perburuan babi dilakukan oleh masyarakat dari Makasar.

C. Implikasi bagi Pengelolaan

Kehadiran jenis-jenis satwa liar pada agroforestri yang memiliki berbagai fungsi ekologi menunjukkan bahwa agroforestri memiliki peran positif secara ekologi, karena mampu mendukung kehidupan satwa liar. Meskipun tidak bersarang atau bertempat tinggal dalam agroforestri, tetapi satwa liar masih dijumpai memanfaatkan agroforestri sebagai tempat mencari makan dan bermain. Pohon buah-buahan sebagai komponen penyusun utama agroforestri menjadi salah satu daya tarik satwa liar sebagai sumber makanan, tempat bersarang atau tempat bertengger.

Meskipun beberapa jenis satwa liar yang dijumpai dalam agroforestri dianggap sebagai hama oleh masyarakat, maka perlu penelitian lebih lanjut untuk menilai kerugian dan manfaat dari keberadaan satwa liar tersebut. Apabila kerugian masih lebih kecil dari manfaatnya, maka agroforestri dianggap mampu menjadi jembatan antara kepentingan ekologi dan ekonomi. Perbaikan pengelolaan agroforestri menjadi opsi untuk mempertahankan nilai kerugian akibat satwa liar lebih rendah dari manfaatnya.

Beberapa hal yang memungkinkan dilakukan dalam pengelolaan agroforestri di sekitar DAS Balangtieng untuk mempertahankan nilai ke-

rugian akibat satwa liar lebih kecil dari manfaatnya antara lain: (1) Pemilihan jenis tanaman buah-buahan pada agroforestri dengan jenis-jenis yang mampu menyediakan relung hidup bagi satwa dan menciptakan tatanan ekosistem melalui rantai makanan yang disediakan, (2) pemilihan jenis tanaman pada agroforestri dengan memperhatikan jarak dengan kawasan hutan alam sehingga tidak mengundang satwa yang berpotensi sebagai hama dan mengganggu tanaman, dan (3) pemilihan jenis tanaman yang dapat mengundang satwa penyerbuk dan pemencar biji menjadi penting bagi kelangsungan beberapa jenis tanaman hutan alam sehingga tetap tercipta keberagaman komposisi jenis tanaman buah-buahan dalam agroforestri.

IV. KESIMPULAN

Sebanyak 29 jenis satwa liar sering dijumpai oleh masyarakat pada agroforestri di DAS Balangtieng Kabupaten Bulukumba yang terdiri dari 9 jenis aves, 9 jenis mamalia, 6 jenis reptil, 3 jenis serangga, 1 jenis diplopoda, dan 1 jenis gastropoda. Berdasarkan fungsi ekologisnya, ditemukan 15 jenis herbivore, 11 jenis karnivora, 1 jenis insektivora, 1 jenis piscivora dan 1 jenis dekomposer.

Komposisi jenis satwa liar di bagian hulu, tengah dan hilir DAS berbeda-beda. 5 jenis hanya ditemukan di hulu, 2 jenis hanya ditemukan di tengah, 5 jenis hanya ditemukan di hilir, 9 jenis ditemukan di hulu, tengah dan hilir dengan jenis satwa yang dianggap sebagai hama penting di DAS Balangtieng adalah babi hutan.

Penilaian masyarakat terhadap jenis satwa liar didasarkan pada pemahamannya terhadap satwa karena memiliki keindahan, pemangsa dan hama. Pengelolaan agroforestri untuk mempertahankan keberadaan satwa liar dengan tingkat kerugian lebih rendah dari manfaatnya dilakukan dengan pemilihan jenis tanaman secara tepat yang mempertimbangkan keberadaan satwa, jarak dari hutan alam dan keberagaman komposisi jenis tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Caudill, S. A., Vaast, P., & Husband, T. P. (2014). Assessment of small mammal diversity in coffee agroforestry in the Western Ghats, India. *Agroforestry Systems*, 88(1), 173-186.
- Diniyati, D. (2015). *Most found animals in the agroforestry of private forests in Ciamis and Tasikmalaya districts, West Java*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia.
- Hiola, A. S. (2017). Kajian pemilihan jenis pohon pada agroforestri ilengi berdasarkan faktor biofisik, bentang alam dan sosial ekonomi dengan pendekatan Local User Value Index (LUVI). *Matoa: Jurnal Ilmu Kebutanan*, 3(5).
- Hy, D. A. (2016). Kajian Layanan Ekosistem Pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi Di Desa Cisero, Garut. *Abstrak*.
- Jose, S. (2012). Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforestry Systems*, 85(1), 1-8.
- Prasetyo, P. N., Tata, H. L., & Noerfahmy, S. (2012). Kelelawar di kebun agroforestri karet. *Kiprah Agroforestri*, 5(2), 3-4.
- Untung, K. (1993). Pengantar Pengendalian Hama Terpadu. *Andi Offset*. Yogyakarta.

PENUTUP

Dalam kurun waktu 20 tahun (1989 - 2009) sistem penggunaan lahan agroforestri di DAS Balangtieng berkembang hingga mencapai 57% dari total luas wilayah. Masyarakat mengelola agroforestri secara intensif dengan komoditas unggulan bernilai ekonomi tinggi seperti cengkeh, kakao/coklat, kopi, kelapa, jambu mete sebagai tanaman utama; dan secara semi intensif berupa kebun campur dengan berbagai komoditi tanaman.

Secara umum, terdapat 6 sistem penggunaan lahan (SPL) agroforestri dari 18 kelas tutupan lahan yang ada. Sistem agroforestri kakao-kopi merupakan SPL yang dominan, mencapai 21% dari total luas wilayah. Dalam kurun yang sama, SPL agroforestri mengalami dinamika seiring dengan perubahan preferensi masyarakat dalam memilih komoditas. Perubahan pemilihan komoditas umumnya terjadi karena pertimbangan nilai ekonomi dari komoditas itu sendiri. Analisis citra satelit menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan tertinggi pada kurun tahun 1989-2009 adalah dari agroforestri jambu mete menjadi perkebunan kakao yang merupakan komoditas andalan pada periode itu.

Selain memberi manfaat ekonomi, SPL agroforestri yang dipraktikkan masyarakat terbukti berkontribusi dalam menyediakan produk jasa lingkungan air, karbon dan keanekaragaman hayati. Kondisi neraca air secara umum masih cukup baik dengan nilai aliran permukaan (*run off/over flow*) rendah berkisar antara 3 - 12% dari total curah hujan. Nilai aliran permukaan yang rendah menunjukkan tingkat infiltrasi yang masih baik. Nilai aliran bawah permukaan (*soil quick flow/sub surface flow*) berkisar antara 1 - 6% dan aliran dasar (*base flow*) cukup stabil, berkisar antara 42 - 48%. Hal ini berperan dalam menjaga kuantitas air sungai.

SPL agroforestri berperan dalam penyerapan karbon. SPL agroforestri yang dominan di wilayah ini memiliki tingkat cadangan karbon bervariasi antara 107,7 - 163,66 dengan rata-rata 132,8 ton C/ha. Kebun campur memiliki cadangan karbon tertinggi disusul agroforestri kelapa, jambu mete, cengkeh dan coklat-kopi. Pada skala bentang lahan, agroforestri mampu menyimpan 1,46 juta ton karbon, dengan total luas 11361,34 ha atau 57%

dari total wilayah. Namun demikian, perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada kurun 1989-1999 dan 1999-2009 menyebabkan peningkatan net emisi dari 20.2 ton CO₂-eq. per tahun menjadi 136.2 ton CO₂-eq. per tahun. Hal ini menjadi pertimbangan perlunya menyusun kebijakan pemerintah daerah yang mendorong perubahan penggunaan lahan ke sistem yang mampu menyerap karbon lebih besar atau kebijakan yang menghindari perubahan penggunaan lahan dari SPL dengan cadangan karbon tinggi ke yang lebih rendah.

Tingkat keanekaragaman jenis pohon pada agroforestri bervariasi dengan jumlah jenis pohon sebanyak 109 jenis pohon ditemukan pada beberapa sistem agroforestri meliputi 26 jenis pada agroforestri kelapa, 8 jenis pada agroforestri jambu mete, 29 jenis pada agroforestri coklat, 16 jenis pada agroforestri cengkeh, 17 jenis pada agroforestri kopi dan 49 jenis pada kebun campuran. Tingkat keanekaragaman jenis tertinggi ditemukan pada kebun campur dan terendah pada agroforestri jambu mete. Kehadiran pohon buah-buahan pada sistem agroforestri menjadi daya tarik bagi kehadiran satwa liar. Agroforestri mampu menyediakan relung hidup bagi setidaknya 29 jenis satwa liar yang terdiri dari 9 jenis aves, 9 jenis mamalia, 6 jenis reptil, 3 jenis serangga, 1 jenis diplopoda dan 1 jenis gastropoda dan secara ekologi berfungsi sebagai karnivora (11 jenis), herbivor (15 jenis), nektarivor (1 jenis), piscivora (1 jenis) dan dekomposer (1 jenis) berdasarkan frekuensi perjumpaan menurut persepsi masyarakat.

Masyarakat memanfaatkan jenis-jenis pohon untuk berbagai keperluan seperti pangan, obat-obatan, bahan bangunan, peralatan rumah tangga, kayu bakar, dan seni budaya. Sebagian besar pemanfaatan jenis pohon tersebut dilakukan secara tradisional dalam skala subsisten, sedangkan pemanfaatan secara komersial dilakukan pada jenis-jenis tertentu yang sudah dikenal dalam perdagangan antara lain penghasil kayu (sengon dan gmelina) dan perkebunan (cengkeh, coklat, kopi).

Meskipun masyarakat menjadikan faktor ekonomi sebagai pertimbangan utama dalam memanfaatkan lahan, tetapi sistem agroforestri merupakan pilihan karena memberikan manfaat beragam. Hasil kajian yang memberikan bukti mengenai manfaat sistem agroforestri sebagai penyedia produk jasa lingkungan ini dapat menjadi pertimbangan untuk mendorong kebijakan agar sistem agroforestri dipertahankan dan dikembangkan.

Mengoptimalkan dan menyeimbangkan manfaat ekonomi dan jasa lingkungan merupakan upaya untuk mencapai pengembangan sistem agroforestri yang berkelanjutan. Intensifikasi dan ekstensifikasi lahan agroforestri untuk meningkatkan pendapatan masyarakat sebaiknya tetap mempertimbangkan keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu beberapa upaya yang dapat dipertimbangkan antara lain:

1. Perlu mempertahankan kebun campur sebagai tempat untuk konservasi jenis tumbuhan dan satwa serta cadangan karbon di lahan milik. Perlu mempertahankan tutupan lahan pada bantaran sungai serta mengisi tanaman pagar dengan variasi jenis pada lahan yang dikelola secara intensif.
2. Perlu melakukan penataan dan penanaman pada hutan kota dan Taman Hutan Raya (Tahura) dengan jenis-jenis lokal sebagai areal sumber daya genetik (ASDG).
3. Perlunya pengembangan pendidikan atau wisata lingkungan berupa pengenalan jenis-jenis lokal (melalui penanaman pada hutan kota dan atau Tahura) terutama kepada generasi muda. Hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan dan meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya mempertahankan keanekaragaman hayati

Perlunya penentuan jenis tanaman utama pada agroforestri yang mampu menjembatani antara konservasi satwa liar dan mempunyai manfaat ekonomi tinggi bagi masyarakat. Satwa tetap memanfaatkan agroforestri sebagai habitat atau tempat singgah tetapi bukan menjadi hama yang merugikan.

TENTANG PENULIS



Mohamad Siarudin (Didien) lahir di Tegal, 16 November 1976, menjadi peneliti di Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan sejak tahun 2004 dan ditugaskan pada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Ciamis (sebelumnya bernama Balai Penelitian Kehutanan Ciamis). Menyelesaikan pendidikan tinggi S-1 pada Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (UGM) dan Master di bidang Perencanaan Wilayah dan Kota di Institut Teknologi Bandung (ITB) serta Media and Governance di Keio University, Jepang. Pada tahun 2004 – 2009 terlibat dalam beberapa penelitian di bidang social forestry baik di hutan rakyat maupun di kawasan hutan Negara. Sejak tahun 2012 tergabung dengan Kelompok Peneliti Sumber Daya Lingkungan yang salah satu penelitiannya fokus pada kuantifikasi jasa lingkungan pada sistem agroforestri di hutan rakyat. Alamat email: msiarudin@yahoo.com.



Yonky Indrajaya lahir di Purwokerto, 13 Juni 1976 merupakan salah satu peneliti di Balai Litbang Teknologi Agroforestry bidang perencanaan hutan. Ia menyelesaikan studi di Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta pada tahun 2000, kemudian melanjutkan studinya di ITB, Bandung dan Universitas Groningen, Belanda pada bidang studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Saat ini, ia masih tercatat sebagai mahasiswa S3 di Universitas Wageningen, Belanda pada jurusan Environmental Economics and Natural Resources. Publikasi yang telah diterbitkan oleh Yonky saat ini banyak fokus pada bidang perencanaan hutan, khususnya kuantifikasi jasa lingkungan karbon, ekonomi kehutanan, dan biometrika hutan.



Edy Junaidi (Edy), dilahirkan di Surakarta, pada tanggal 28 Juni 1975. Saat ini tercatat sebagai peneliti di Pusat Litbang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan dengan kepakaran di bidang ilmu tanah, agroklimatologi dan hidrologi. Gelar Sarjana Pertanian pada bidang ilmu tanah diselesaikan Edy di Universitas Sebelas Maret (UNS) di Tahun 1999. Tahun 2009 Edy menyelesaikan S2 bidang Pengelolaan DAS di IPB. Edy memulai karirnya sebagai peneliti di litbang Kehutanan Makassar pada Tahun 2002 dengan kepakaran di bidang konservasi tanah dan air serta hidrologi dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Tahun 2007, Edy dipindah tugaskan di Litbang Kehutanan Ciamis. Semenjak itu, Edy banyak terlibat penelitian di bidang pemanfaatan model hidrologi dan GIS dalam pengelolaan DAS dan lanskap agroforestry. Edy telah menulis lebih kurang 30 karya tulis ilmiah (KTI).



Aji Winara salah satu Peneliti pada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry. Lahir di Sukabumi tanggal 03 Maret 1979, alamat rumah Perumahan Bumi Pandega Blok 2 No.30 Cijeunjing Ciamis. Pendidikan SD hingga SMA di Sukabumi kemudian lulus Sarjana pada Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan IPB Tahun 2001 dan Pascasarjana S2 di Program Studi Silvikultur Tropika Sekolah Pasca Sarjana IPB tahun 2014. Kegiatan penelitian yang digeluti hingga saat ini adalah Konservasi Keanekaragaman Hayati dan Perlindungan Hutan.



Ary Widiyanto lahir di Banjarnegara, 30 Oktober 1980, menyelesaikan pendidikan Strata 1 dari Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2003. Pendidikan master ditempuh di Program Magister Perencanaan Kota dan Daerah (MPKD) Universitas Gadjah Mada (UGM) dan *Economic, Planning and Public Policy program*

di National Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS), Tokyo, Jepang pada tahun 2017. Pada tahun 2003-2010 bekerja pada beberapa perusahaan swasta yang bergerak di bidang perkebunan dan pengolahan hasil hutan di wilayah Jabodetabek. Sejak tahun 2010 hingga saat ini bekerja sebagai peneliti pada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry (BPPTA) Ciamis. Penulis menaruh minat pada *public policy* khususnya kebijakan kehutanan



Anas Badrunasar lahir di Sukabumi, 5 April 1966. Menyelesaikan D3 Kehutanan di Universitas Gadjah Mada tahun 1996. Pernah bertugas di Balai Penelitian Kehutanan Pematangsiantar/Aek Nauli dari tahun 1986-2003. Tahun 2003 sampai sekarang bertugas di Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry Ciamis dan tergabung dalam Kelompok Peneliti Sumberdaya Lingkungan. Pernah

menulis buku: *Pertelaan Jenis Pohon Arboretum Balitbangtek Agroforestry Ciamis* (2012), *“Keragaman Burung Arboretum Balitbang Agroforestry Ciamis”* (2014), *“Keragaman Kupu-Kupu Arboretum Balitbang Agroforestry Ciamis”* (2014), dan *“Tumbuhan Berkhasiat Obat”* (2017).