

Potensi Sumberdaya Lahan Pulau Sulawesi Mendukung Peningkatan Produksi Padi, Jagung, dan Kedele

Land Resources Potential of Sulawesi Island to Support the Production Increase of Rice, Maize and Soybean

Hikmatullah dan Erna Suryani

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16114; email: hkmt_2006@yahoo.co.id

Diterima 9 Juli 2014; Direview 29 Juli 2014; Disetujui dimuat 16 September 2014

Abstrak. Program survei dan pemetaan tanah tingkat tinjau skala 1:250.000 di Indonesia telah selesai dilaksanakan, yang ditandai dengan diterbitkannya peta-peta tanah tersebut edisi-1 tahun 2012 untuk setiap provinsi di Kalimantan, Sulawesi, Kepulauan Maluku, Kepulauan Nusa Tenggara, Jawa, dan Papua Barat. Dari legenda peta tanah dapat diperoleh informasi keadaan iklim, landform dan bahan induk, bentuk wilayah dan lereng, jenis dan sifat-sifat tanah, yang menentukan potensi sumberdaya lahan untuk pengembangan pertanian. Pulau Sulawesi (18,72 juta ha) beriklim basah sampai kering yang dicerminkan oleh rejim kelembaban tanah udik, ustik dan akuik. Landform utama dari yang terluas penyebarannya adalah Tektonik (37,63%), Vulkanik (37,39%), Aluvial (11,82%), Karst (8,31%), Marin (2,65%), Fluvio-marin (0,41%), dan Gambut (0,13%). Bentuk wilayah bervariasi dari datar sampai bergunung, dengan komposisi datar sampai agak datar (15,85%), berombak (4,86%), bergelombang (6,50%), berbukit kecil (11,96%), berbukit (19,30%) dan bergunung (39,85%). Bahan induk tanah sangat bervariasi, terdiri atas endapan bahan organik, aluvium, batuan sedimen masam sampai basis, batuan vulkan muda sampai tua, batuan intrusi masam sampai basis, dan batuan metamorfik. Bahan induk tersebut membentuk 9 ordo tanah, berturut-turut dari yang terluas penyebarannya adalah Inceptisols (58,15%), Alfisols (10,44%), Ultisols (10,25%), Mollisols (6,215%), Entisols (5,54%), Oxisols (4,87%), Andisols (2,18%), Histosols (0,41%) dan Vertisols (0,28%). Berdasarkan data biofisik lahan tersebut di Sulawesi terdapat lahan potensial luas terdiri atas lahan basah berlereng <3% seluas 2,30 juta ha untuk pengembangan padi sawah, dan lahan kering berlereng 3-15% seluas 1,98 juta ha untuk pengembangan jagung dan kedelai. Kondisi aktual sebagian besar lahan potensial tersebut telah dimanfaatkan untuk pertanian, sehingga peningkatan produksi ketiga komoditas tersebut lebih berpeluang dilakukan melalui optimalisasi atau intensifikasi lahan dibandingkan dengan ekstensifikasi. Apabila diasumsikan 50% lahan basah potensial dapat ditanami padi dua kali setahun dengan rata-rata produksi untuk Sulawesi 4,71 t ha⁻¹, maka akan diperoleh 10,82 juta ton GKG. Dan juga apabila 50% lahan kering potensial dapat ditanami jagung dan kedele sekali setahun dengan produktivitas masing-masing 4,05 t ha⁻¹ dan 1,34 t ha⁻¹, maka akan diperoleh produksi 4,02 juta ton jagung pipil kering dan 1,33 juta ton kedele biji kering. Apabila dibandingkan dengan data produksi dari ketiga komoditas bahan pangan tersebut menurut BPS tahun 2012 (padi 7,82, jagung 2,94, dan kedele 0,05 juta ton), maka terdapat kenaikan produksi yang sangat signifikan untuk padi, jagung dan kedele berturut-turut 38,4 %, 36,7% dan 2461,4%.

Kata kunci: Lahan Potensial / Peta Tanah Tinjau / Swasembada Pangan / Sulawesi

Abstract. The reconnaissance soil survey and mapping programme at scale of 1: 250,000 in Indonesia has been successfully completed, marked by publication of the soil maps in 2012 for each province in Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, Java, and West Papua. From the soil map legends, it can be obtained the information of climate condition, landform, relief an slopes, type and properties of soils that affect land resource potential for agricultural development purpose. The island of Sulawesi (18.7 million ha) has variation of climate condition from wet to dry, which is reflected by udic, ustic and aquic soil moisture regimes. The main landform groups, from the most extensive respectively consists of Tectonic (37.63%), Volcanic (37.39%), Alluvial (11.82%), Karst (8.31%), Marine (2.65%), Fluvio-Marine (0.41%), and Peatland (0.13%). The relief varies from flat to mountainous, with composition of flat to nearly flat (15.85%), undulating (4.86%), rolling (6.50%), hillocks (11.96%), hilly (19.30%), and mountainous (39.85%). The soil parent materials are vary, which composed of organic and alluvium deposits, acid to basic sedimentary rocks, young and old volcanic rocks, acid to basic intrusive rocks, and metamorphic rocks. Nine soil orders were formed from these parent materials, namely from the most extensive respectively Inceptisols (58.15%), Alfisols (10.44%), Ultisols (10.25%), Mollisols (6.21%), Entisols (5.54%), Oxisols (4.87%), Andisols (2.18%), Histosols (0.41%) and Vertisols (0.28%). Based on the biophysical data, there are large potential lands in Sulawesi, consisting of wetland soils with slope of <3% covers about 2.30 million ha for ricefield (sawah), and dryland soils with slopes of 3-15% covers about 1.98 million ha for maize and soybean development. Actually, the most of land potential have been cultivated for various agricultural crops. Therefore, the increasing production of paddy rice, maize and soybean have more opportunity to optimize or intensify the use of existing agricultural land rather than to land extensification. By assumption, if 50% of the potential wetland is cultivated with paddy twice a year with mean productivity of 4,71 t ha⁻¹, then it would get about 10.82 Mt GKG (dry unhulled rice). And also, if 50% of the potential dryland soils is cultivated with maize and soybean at least one time a year with mean productivity of 4,05 t ha⁻¹ and 1,34 t ha⁻¹ respectively, then it would get about 4.02 Mt dry grain corn, and 1.33 Mt dry grain soybean. Compared to the existing production of the three food crops according to BPS in 2012 (paddy 7.82, maize 2.94, and soybean 0.05 Mt), there are very significant increasing production for paddy, maize and soybean as much as 38.4%, 36.7%, and 2461.5% respectively.

Keywords: Potential Land / Reconnaissance Soil Map / Food Self-Sufficiency / Sulawesi.

PENDAHULUAN

Laju peningkatan konsumsi bahan pangan, terutama padi, jagung dan kedele (pajale) akibat peningkatan jumlah penduduk dan industri dengan laju peningkatan produksi belum seimbang. Dalam sepuluh tahun terakhir, produksi komoditas pangan tersebut berfluktuatif akibat berbagai macam faktor, antara lain konversi lahan pertanian ke non pertanian, keterbatasan lahan untuk perluasan areal, infrastruktur pertanian yang belum memadai, anomali iklim, dan fluktuasi harga. Data BPS (2014) menyebutkan bahwa produksi padi nasional pada tahun 2013 mencapai 71,28 juta ton GKG, jagung 18,51 juta ton pipil kering, dan kedele 779,99 ribu ton biji kering. Produksi komoditas tersebut ternyata belum mampu memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri yang terus meningkat, termasuk industri pakan, sehingga untuk menutupi kekurangan, pemerintah harus mengimpor bahan pangan tersebut, yang cukup menguras devisa negara. Sebagai contoh, pada tahun 2012 pemerintah mengimpor beras sebanyak 1,8 juta ton dengan nilai US\$ 945,6 juta; jagung 1,7 juta ton dengan nilai US\$ 501,9 juta; dan kedele 1,9 juta ton dengan nilai US\$ 1,2 miliar, sehingga total nilai impor ketiga komoditas tersebut sebesar US\$ 2,65 miliar (<http://beranda-miti.com/10-bahan-pangan-indonesia-masih-impor/11> Februari, 2013). Berdasarkan data tersebut, kedele merupakan komoditas paling banyak diimpor karena produksi nasional masih jauh dari mencukupi. Hingga saat ini, kebutuhan kedele nasional mencapai 2,6 juta ton/tahun, sementara produksi nasional hanya sekitar 0,8 juta ton/tahun atau baru 30% dari kebutuhan nasional.

Menurut data BPS (2014) bahwa produksi padi, jagung dan kedele di Sulawesi untuk tahun 2012

bervariasi pada setiap provinsi (Tabel 1). Berdasarkan data tabel tersebut, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan pemasok terbesar ketiga komoditas tersebut. Jika dibandingkan dengan produksi nasional, Pulau Sulawesi menyumbang produksi padi, jagung dan kedele nasional berturut-turut sebesar 11%, 16% dan 7%. Namun demikian, produktivitas ketiga komoditas tersebut masih berada di bawah rata-rata produksi nasional, sehingga berpeluang untuk ditingkatkan.

Dalam usaha mengurangi impor dan mencapai swasembada pangan secara berkelanjutan, pemerintah kembali menggulirkan program pemanfaatan lahan seluas satu juta hektar untuk meningkatkan produksi mencapai swasembada pangan, terutama padi, jagung, dan kedele dalam jangka waktu tiga tahun (2015-2017). Peningkatan produksi padi, jagung dan kedele dapat dilakukan melalui peningkatan mutu intensifikasi, peningkatan indeks pertanaman, dan optimalisasi lahan potensial, baik di lahan basah maupun di lahan kering. Program serupa sebenarnya pernah diluncurkan pada akhir tahun 1990-an melalui pembukaan lahan sejuta hektar yang populer dengan sebutan Gema Palagung, yaitu Gerakan Mandiri Padi, Kedele, dan Jagung. Akan tetapi program swasembada tersebut tidak tercapai, karena berbagai kendala seperti disebutkan di atas. Kemampuan nasional untuk meningkatkan produksi bahan pangan melalui perluasan areal sangat terbatas karena memerlukan dana besar dan waktu panjang. Oleh karena itu, dalam jangka pendek peningkatan produksi masih harus mengandalkan pada intensifikasi lahan pertanian.

Penyediaan dan produksi bahan pangan secara berkelanjutan terutama komoditas tanaman pangan sangat berkaitan dengan ketersediaan dan potensi sumberdaya lahan termasuk kondisi biofisik (tanah,

Tabel 1. Keragaan produksi dan produktivitas padi, jagung dan kedele di Sulawesi tahun 2012

Table 1. Performance of production and productivity of rice, maize and soybean in Sulawesi in 2012

Provinsi	Padi		Jagung		Kedele	
	Produksi	Produktivitas	Produksi	Produktivitas	Produksi	Produktivitas
	t	ku ha ⁻¹	t	ku ha ⁻¹	t	ku ha ⁻¹
Sulawesi Utara	615.062	48,46	440.308	36,61	2.973	13,31
Gorontalo	245.786	48,01	644.754	47,57	3.451	12,10
Sulawesi Tengah	1.024.316	44,71	141.649	37,86	8.202	14,59
Sulawesi Selatan	5.003.011	50,98	1.515.329	46,58	29.938	15,00
Sulawesi Barat	412.338	49,21	122.554	48,75	3.222	15,94
Sulawesi Tenggara	516.291	41,47	78.447	25,40	3.710	9,59
Sulawesi	7.816.804	47,14	2.943.041	40,46	51.496	13,42
Indonesia	71.279.709	51,52	18.511.853	48,44	779.992	14,16

Sumber: Statistik Indonesia (BPS, 2014)

iklim dan terrain), dan faktor sosial ekonomi budaya. Ketersediaan lahan potensial untuk pertanian terutama di luar Jawa, seperti Sulawesi masih cukup luas. Oleh sebab itu, untuk mendukung program swasembada pangan tersebut diperlukan data dan informasi spasial potensi sumberdaya lahan, yang dapat dimanfaatkan sebagai informasi dasar perencanaan dan penyusunan strategi peningkatan produksi pertanian tanaman pangan. Potensi sumberdaya lahan untuk pengembangan komoditas pertanian dapat diketahui dari tingkat kesesuaian lahan, luasan, dan faktor pembatasnya. Dari hasil analisis luasan, ketersediaan lahan di Sulawesi yang sesuai untuk perluasan lahan sawah adalah seluas 422.972 ha, yang tersebar di provinsi Sulawesi Utara 26.367 ha, Gorontalo 20.257 ha, Sulawesi Tengah 191.825 ha, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat 63.403 ha, serta Sulawesi Tenggara 121.122 ha. Lahan potensial tersebut umumnya berada pada landform dataran aluvial, jalur aliran sungai, dan dataran antar perbukitan, yang tanahnya berkembang dari endapan aluvium (Ritung dan Las, 2010). Untuk mengetahui luas lahan potensial yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian pangan di masa mendatang perlu dibandingkan dengan data luas penggunaan lahan saat ini (*existing landuse*).

Pulau Sulawesi (18,7 juta ha) terdiri dari 6 provinsi telah selesai disurvei dan dipetakan sumberdaya tanahnya pada tingkat tinjau skala 1:250.000 dan telah diterbitkan dalam bentuk atlas peta disertai narasi untuk setiap provinsi (Badan Litbang Pertanian, 2012a, 2012b, 2012c, 2012d, 2012e, 2012f). Berdasarkan peta tanah tersebut dapat dianalisis sebaran dan potensi sumberdaya lahan, yang meliputi sifat-sifat tanah, iklim, terrain, dan kesesuaiannya untuk komoditas pertanian. Wilayah Sulawesi masih memiliki peluang cukup besar untuk peningkatan produksi bahan pangan, terutama padi, jagung dan kedele melalui optimalisasi lahan pertanian yang sudah ada dan lahan yang terlantar. Hal ini sejalan dengan program MP3EI (Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia) yang menetapkan wilayah Sulawesi sebagai koridor penghasil bahan pangan.

Tulisan ini bertujuan untuk mengulas informasi kondisi sumberdaya lahan pertanian dan sebaran lahan potensial di Sulawesi pada skala tinjau (1:250.000) berdasarkan hasil-hasil pemetaan tanah tingkat tinjau di seluruh Sulawesi, dilihat dari aspek kondisi iklim, tanah dan topografi, dalam rangka mendukung peningkatan produksi untuk mencapai swasembada padi, jagung dan kedele.

KONDISI AGROEKOLOGI SULAWESI

Keadaan Iklim

Iklim merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kemampuan lahan untuk pertanian. Kondisi iklim sulit untuk dirubah, oleh karena itu pengembangan komoditas pertanian perlu disesuaikan dengan kondisi iklim setempat. Faktor iklim sering dijadikan sebagai pertimbangan pertama dalam pemilihan lokasi pengembangan suatu komoditas, kemudian diikuti oleh faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap komoditas tersebut. Salah satu unsur iklim yang paling penting adalah curah hujan bulanan, karena berhubungan dengan ketersediaan air dan suhu udara selama masa pertumbuhan dan produksi suatu tanaman. Sebagian besar wilayah Sulawesi beriklim basah dan sebagian lainnya beriklim kering, yang dicirikan oleh jumlah dan sebaran curah hujan rata-rata tahunan, jumlah bulan basah dan bulan kering dengan kisaran yang berbeda-beda seperti disajikan pada Tabel 2.

Daerah beriklim basah dicirikan oleh curah hujan tinggi (> 1500 mm/tahun) dengan jumlah bulan basah (> 200 mm/bulan) berturut-turut > 5 bulan dan jumlah bulan kering (< 100 mm/bulan) < 3 bulan (Oldeman dan Darmiyati, 1977). Pada daerah ini rejim kelembaban tanah adalah udik. Daerah beriklim kering dicirikan oleh curah hujan rendah (< 1500 mm/tahun) dengan jumlah bulan basah < 3 bulan, dan jumlah bulan kering > 4 bulan. Iklim kering tersebar antara lain di daerah Limboto, Paguyaman, Lembah Palu, Luwuk, Takalar, Janeponto, Toari Poleang, Pulau Muna dan Buton. Rejim kelembaban tanahnya termasuk ustik. Meski tergolong beriklim kering, sebagian daerah tersebut masih mempunyai sumber mata air yang berasal dari daerah pegunungan. Beberapa daerah mempunyai pola curah hujan bimodal (dua puncak musim hujan), karena posisinya di daerah garis khatulistiwa. Kondisi ini cukup menguntungkan karena ketersediaan air menjadi lebih banyak, sehingga musim tanam dapat dilakukan beberapa kali.

Dalam kaitan dengan kebutuhan air untuk tanaman pangan lahan kering, Oldeman dan Darmiyati (1977) menyusun zone agroklimat wilayah Sulawesi berdasarkan jumlah bulan basah dan bulan kering yang terjadi secara berturut-turut. Zone A, B1, B2, C1, C2, C3, Di, D2 tergolong beriklim basah, sedangkan zone D3, D4, E3 dan E4 beriklim kering. Selama periode bulan basah (> 200 mm/bulan) dan bulan lembab (100-

Tabel 2. Curah hujan, periode air tersedia, dan zone agroklimat di beberapa wilayah di Sulawesi

Table 2. Rainfall, water availability period, and agroclimatic zone in some areas of Sulawesi

Provinsi	Stasiun	Elevasi	Curah hujan tahunan ¹	Jumlah bulan berturut-turut			Zone agroklimat ²	Rejim kelembaban tanah ³
				basah (>200 mm)	lembab 100-200mm	kering (<100mm)		
		m.dpl ⁴		mm				
Sulawesi Utara	Tompasobaru	450	2.505	9	1	2	A	Udik
	Kotamobagu	610	2.023	2	9	1	B1	Udik
	Tondano	683	1.715	1	8	3	C1	Udik
	Amurang	3	2.020	4	5	3	D2	Udik
Gorontalo	Marisa	10	1.400	1	8	3	E1	Udik
	Paguyaman	20	1.021	0	6	6	E4	Ustik
	Limboto	20	1.309	0	8	4	E2	Ustik
Sulawesi Tengah	Poso	6	2.403	5	7	0	A	Udik
	Tolitoli	90	2.136	4	6	2	B1	Udik
	Bungku	2	2.101	5	4	3	C2	Udik
	Moutong	5	1.841	2	9	1	E1	Udik
	Parigi	6	1.472	2	5	5	E1	Udik
	Luwuk	2	1.022	0	5	7	E3	Ustik
	Palu/Tawaeli	10	963	0	3	8	E4	Ustik
Sulawesi Selatan	Masamba	50	3.467	9	3	0	A	Udik
	Palopo	5	2.706	8	4	0	B1	Udik
	Enrekang	50	2.207	6	4	2	C1	Udik
	Sinjai	5	2.375	4	5	3	D3	Ustik
	Sengkang	12	1.593	0	7	5	E1	Ustik
	Janeponto	5	1.116	1	3	8	E4	Ustik
Sulawesi Barat	Mamuju	400	2.635	7	5	0	B1	Udik
	Psgn kayu	20	2.490	4	8	0	C1	Udik
	Polewali	3	2.041	3	8	1	E1	Udik
Sulawesi Tenggara	Kendari	100	1.834	5	3	4	D2	Udik
	Kolaka	5	2.027	3	5	2	E1	Udik
	Toari	10	1.430	1	7	4	E3	Ustik
	P. Muna	4	1.370	0	7	5	E4	Ustik

Sumber: ¹ RePPProT (1988) dan Balitklimat (2003); ² Oldeman dan Darmiyati (1977); ³ Soil Survey Staff (2014); dpl=dari permukaan laut.

200 mm bulan⁻¹) air dianggap tersedia (mencukupi) untuk tanaman padi sawah tadah hujan dan tanaman pangan lahan kering, seperti jagung dan kedele. Pada curah hujan < 100 mm/bulan air dianggap tidak tersedia (tidak mencukupi) untuk pertumbuhan tanaman pangan, kecuali ada fasilitas irigasi atau air tanah dangkal. Dengan mengacu pada periode air tersedia, maka dapat dirancang musim tanam atau kalender tanam. Periode air tersedia sangat bervariasi antara satu daerah dengan daerah lainnya, sehingga musim tanam dapat berbeda-beda. Untuk mengetahui lebih detail lamanya periode air tersedia dapat dilakukan dengan melakukan analisis neraca air berdasarkan data curah hujan dan suhu udara rata-rata bulanan (Van Wambeke *et al.* 1986). Provinsi Sulawesi Utara dan Sulawesi Barat termasuk beriklim basah, sedangkan Provinsi Gorontalo beriklim kering. Provinsi Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara umumnya beriklim basah. Kecuali yang tergolong beriklim kering adalah daerah Lembah Palu, Luwuk

Banggai, Janeponto, Takalar, Bulukumba, Sengkang, Kendari, Toari Poleang, Pulau Buton dan Muna.

Landform, Bahan Induk dan Bentuk wilayah

Landform merupakan bentukan permukaan bumi yang terjadi karena proses geomorfik, yang disebabkan oleh tenaga luar (*exogen*) dan dalam (*endogen*) kulit bumi, yang dipengaruhi oleh struktur geologi dan litologi, serta proses erosi dan sedimentasi. Bentuk wilayah atau relief merupakan konfigurasi permukaan bumi ditinjau dari segi kemiringan lereng dan perbedaan ketinggian atau amplitudo (Desaunettes 1977). Secara geologis, Pulau Sulawesi terbentuk dari hasil pertemuan tiga lempeng benua (*continental plate*), yaitu Indo-Australia, Pasific dan Euroasia, yang ketiganya saling bergerak mendekati satu sama lain yang menyebabkan terjadinya tubrukan (*subduction*) (Simandjuntak 1993; Van Bemmelen 1970), menghasilkan berbagai formasi batuan dan bentukan landform. Oleh karena itu, landform sangat erat

kaitannya dengan bahan induk tanah, sehingga penamaan landform mencerminkan juga jenis bahan induknya.

Pulau Sulawesi dapat dibedakan menjadi tujuh grup landform utama, yaitu Aluvial, Fluvio-marin, Marin, Gambut, Karst, Tektonik, dan Vulkanik (Tabel 3). Landform utama dapat dibedakan lebih detail secara hirarki menjadi sub-sub landform (Marsoedi *et al.* 1997; Buurman dan Balsem 1990). Landform Aluvial mempunyai penyebaran 2,21 juta ha atau 11,82% dari luas total Sulawesi. Lahan pada landform ini merupakan lahan potensial untuk tanaman padi sawah dan tanaman pangan lahan kering. Akan tetapi tidak seluruh lahan pada landform Aluvial dapat digunakan untuk tanaman pangan karena beberapa kendala biofisik lahan, seperti posisi yang selalu terkena banjir sungai atau tanah berpasir kasar, berkerikil dan berbatu. Landform Aluvial paling luas terdapat di Sulawesi Selatan, kemudian disusul Sulawesi Tengah, Sulawesi Barat dan Sulawesi Tenggara. Landform Fluvio-marin penyebarannya sempit, yaitu 0,41% dari luas total Sulawesi. Landform ini cukup potensial untuk padi sawah dengan faktor penghambat bahan sulfidik atau pirit. Di Sulawesi Selatan, sebagian lahan pada landform Fluvio-marin digunakan untuk tambak.

Landform Marin penyebarannya cukup luas (2,65%), dijumpai di sepanjang daerah pantai, tanahnya didominasi oleh tekstur kasar/pasir, sehingga tidak potensial untuk tanaman pangan. Landform Gambut penyebarannya sempit (0,13%) dan hanya dijumpai di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Barat. Lahan gambut ini cukup potensial untuk tanaman pangan, karena merupakan gambut dangkal (<2 m), dan mendapat

pengkayaan hara. Landform Tektonik, Vulkanik dan Karst didominasi oleh bentuk wilayah perbukitan dan pegunungan, terluas terdapat di Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Selatan. Sebagian landform ini memiliki bentuk wilayah berombak sampai bergelombang yang merupakan lahan potensial untuk tanaman pangan lahan kering.

Bentuk wilayah Pulau Sulawesi sangat bervariasi dari datar hingga bergunung dengan lereng < 3% sampai > 40% (Tabel 4). Ketinggian tempat (elevasi) juga sangat bervariasi dari 0 sampai > 3.000 m di atas permukaan laut (dpl). Keadaan bentuk wilayah dan lereng serta elevasi sangat mempengaruhi penilaian potensi/kesesuaian lahan untuk komoditas pertanian. Bentuk wilayah datar, berombak dan bergelombang dengan lereng < 15% merupakan lahan-lahan yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan, termasuk padi, jagung dan kedede. Demikian pula elevasi sampai 1.500 m cukup sesuai untuk pertumbuhan dan produksi ketiga komoditas tanaman pangan tersebut (Djaenudin *et al.* 2003; Ritung *et al.* 2011). CSR/FAO (1983) menggunakan batas lereng sampai 20% sebagai lahan sesuai untuk tanaman pangan lahan kering. Lahan berlereng >20% dipandang tidak sesuai untuk tanaman pangan, tetapi lebih sesuai untuk tanaman tahunan dengan aplikasi teknologi konservasi. Di Sulawesi, sebaran lahan dengan bentuk wilayah datar-agak datar (lereng 0-3%) meliputi luas 2.968.764 ha (15,85%), penyebaran paling luas terdapat di Sulawesi Selatan seluas 1.167.295 ha (6,23%), kemudian disusul oleh Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Barat. Oleh karena itu, dari aspek lereng, Provinsi Sulawesi Selatan mempunyai

Tabel 3. Sebaran grup landform di setiap provinsi di Sulawesi

Table 3. Distribution of landform groups in each province of Sulawesi

Grup landform	Bahan induk	Sulawesi Utara	Gorontalo	Sulawesi Tengah	Sulawesi Barat	Sulawesi Selatan	Sulawesi Tenggara	Jumlah	
	ha.....					%	
Aluvial	Aluvium	96.719	133.641	607.815	201.657	982.500	190.223	2.212.555	11,82
Fluvio-marin	Aluvium	7.365	15.013	3.988	0	38.374	11.163	75.903	0,41
Marin	Aluvium	58.412	3.934	86.083	25.245	83.195	238.831	495.700	2,65
Gambut	Bahan organik	0	0	10.129	13.714	0	0	23.843	0,13
Karst	Batugamping	8.730	19.065	746.769	28.867	312.765	439.920	1.556.116	8,31
Tektonik	Batuansedimen, Batuan metamorfik	214.713	186.451	2.529.670	643.109	1.161.883	2.310.069	7.045.895	37,63
Vulkanik	Batuanvolkan, Batuan intrusi	1.065.320	831.460	2.083.208	782.322	1.759.129	478.755	7.000.194	37,39
Lain-lain	-	73.884	4.446	48.414	863	179.671	4999	312.277	1,67
Luas total		1.525.143	1.194.010	6.116.076	1.695.777	4.517.517	3.673.960	18.722.483	100,00

Sumber: Badan Litbang Pertanian (2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), data diolah.

Tabel 4. Sebaran bentuk wilayah dan lereng di setiap provinsi di Sulawesi
 Table 4. Distribution of relief and slope in each province of Sulawesi

Bentuk wilayah	Lereng (%)	Sulawesi Utara	Gorontalo	Sulawesi Tengah	Sulawesi Barat	Sulawesi Selatan	Sulawesi Tenggara	Luas total	
	 ha.....							.. % ...
Datar	0-1	86.745	38.332	295.353	33.400	145.702	217.237	816.769	4,36
Agak datar	1-3	65.041	112.079	415.981	248.931	1.021.593	288.370	2.151.995	11,49
Berombak	3-8	102.596	57.280	95.465	67.737	283.555	303.759	910.392	4,86
Bergelombang	8-15	171.217	79.426	286.658	65.713	240.009	374.499	1.217.522	6,50
Berbukit kecil	15-25	118.496	70.472	1.246.719	129.052	238.628	435.858	2.239.225	11,96
Berbukit	25-40	448.825	231.661	1.040.528	343.113	874.465	675.275	3.613.867	19,30
Bergunung	>40	458.339	600.314	2.686.958	806.968	1.533.894	1.373.963	7.460.436	39,85
Lain-lain	-	73.884	4.446	48.414	863	179.671	4.999	312.277	1,67
Luas total		1.525.143	1.194.010	6.116.076	1.695.777	4.517.517	3.673.960	18.722.483	100,00

Sumber: Badan Litbang Pertanian (2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f); data diolah.

peluang lebih besar untuk pengembangan pertanian tanaman pangan.

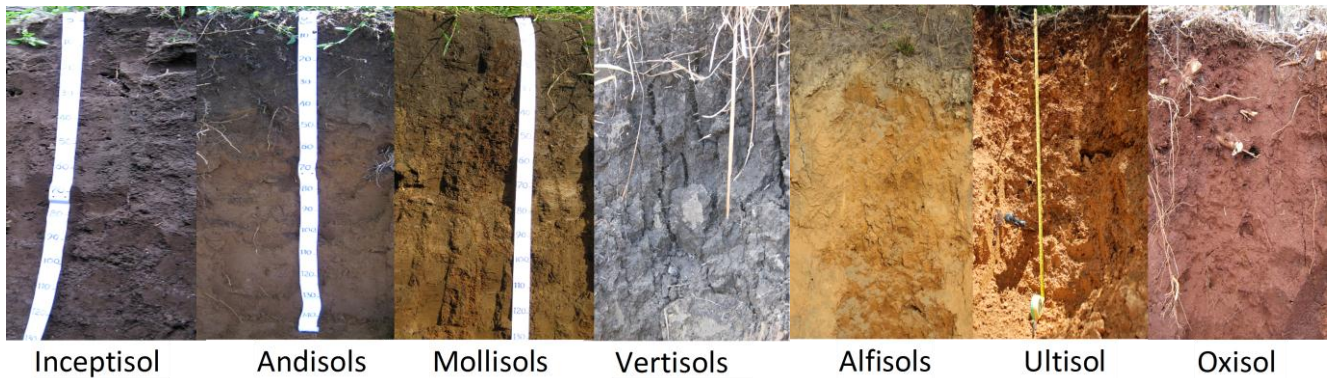
Sifat-sifat dan Klasifikasi Tanah

Tanah-tanah di Pulau Sulawesi mempunyai sifat-sifat yang sangat beragam, baik sifat morfologi, fisika, kimia, maupun mineralogi sebagai hasil dari pengaruh faktor bahan induk, iklim, dan bentuk wilayah serta faktor pembentuk tanah lainnya. Berbagai jenis bahan induk tanah yang dijumpai di wilayah Sulawesi adalah endapan aluvium, batuan sedimen masam dan basis, batuan metamorfik, batuan intrusi masam sampai basis, dan batuan vulkan (muda dan tua). Endapan aluvium terdiri dari endapan sungai, endapan marin, endapan lakustrin, dan endapan bahan organik (gambut) umumnya tersebar di seluruh Sulawesi, kecuali gambut hanya di Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah. Batuan sedimen terdiri dari batupasir, batuliat, batugamping, napal, serpih, dan konglomerat, banyak dijumpai di Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah. Batugamping kukuh (*consolidated*) banyak ditemukan di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Batuan metamorfik, terdiri dari batuan skis mika, skis amfibol, dan gneiss, serta kuarsit banyak dijumpai di Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Batuan intrusi, yang terdiri dari granit, granodiorit, diorite, basalt dan ultrabasik banyak ditemukan di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara dan Gorontalo. Batuan vulkan muda (tuf, abu, lahar dan lava) mempunyai penyebaran luas di daerah Minahasa Sulawesi Utara, dan daerah Malakaji, Sulawesi Selatan. Bahan vulkan muda ini membentuk tanah-tanah yang subur dan menjadi sentra sayuran dataran tinggi.

Batuan vulkan tua berumur Tersier tersebar luas hampir di seluruh provinsi di Sulawesi.

Menurut peta tanah tingkat tinjau Sulawesi skala 1:250.000, tanah-tanah di wilayah Sulawesi dibedakan menjadi sembilan ordo tanah (Soil Survey Staff, 2014), yaitu Histosols, Entisols, Inceptisols, Vertisols, Andisols, Mollisols, Alfisols, Ultisols, dan Oxisols. Tanah ini setara dengan jenis tanah menurut sistem Klasifikasi Tanah Nasional (Subardja *et al.* 2014), yaitu Organosol atau gambut, Aluvial, Regosol, Litosol, Kambisol, Grumusol, Andosol, Molisol, Latosol, Mediteran, Podsolik, Oksisol dan Lateritik. Profil tanah dari tujuh ordo tanah yang dijumpai di Sulawesi disajikan pada Gambar 1. Sebaran luas masing-masing ordo tersebut disajikan pada Tabel 5 dan beberapa sifat kimia tanah lapisan atas dan lapisan bawah dari kesembilan ordo tersebut disajikan pada Tabel 6.

Histosols atau tanah gambut adalah tanah-tanah yang terbentuk dari lapukan bahan organik setebal lebih dari 50 cm. Luas tanah ini sekitar 77.163 ha (0,41%), yang sebaran utamanya dijumpai di daerah Pasangkayu (Sulawesi Barat), Lalundu, Kolonodale, dan Lampasio (Sulawesi Tengah) pada posisi landform rawa belakang (*backswamps*), dan di provinsi lain dalam luasan sempit. Ketebalan tanah gambut umumnya < 2 m dan mendapat pengkayaan hara dari sisipan endapan mineral yang dibawa limpasan air sungai pada waktu banjir, sehingga tanah relatif lebih subur atau bersifat eutropik dan potensial untuk pertanian tanaman pangan dan hortikultura (BBSDLP 2011a). Menurut Widjaja Adhi (1986) potensi gambut untuk pertanian tergantung pada ketebalan, kematangan, pengkayaan hara dan substratum di bawah gambut, serta sumber air. Faktor penting yang harus diperhatikan adalah



Gambar 1. Beberapa ordo tanah yang dijumpai di Sulawesi

Figure 1. Some soil orders encountered in Sulawesi

Tabel 5. Sebaran dan luas ordo tanah di setiap provinsi di Sulawesi

Table 5. Distribution and extent of soil orders in each province of Sulawesi

Soil Taxonomy 2014	Subardja <i>et al.</i> 2014	Sulawesi Utara	Gorontalo	Sulawesi Tengah	Sulawesi Barat	Sulawesi Selatan	Sulawesi Tenggara	Jumlah	
	 ha.....						 %.....
Histosols	Organosol	-	4.526	22.163	28.319	4.827	17.328	77.163	0,41
Entisols	Aluvial, Regosol, Litosol	35.446	32.557	350.702	59.741	318.240	239.849	1.036.535	5,54
Inceptisols	Kambisol, Arenosol, Latosol	636.097	676.483	3.673.280	1.042.152	2.578.812	2.280.567	10.887.390	58,15
Vertisols	Grumusol	-	16.997	14.542	-	1.744	19.843	53.126	0,28
Andisols	Andosol	345.058	23.258	1.492	-	37.643	-	407.451	2,18
Mollisols	Molisol, Mediteran	185.592	383.27	398.804	28.867	312.765	198.128	1.162.483	6,21
Alfisols	Mediteran	241.672	252.492	560.436	123.580	140.346	635.449	1.953.975	10,44
Ultisols	Podsolik	-	144.924	528.172	403.128	698.482	144.874	1.919.580	10,25
Oxisols	Oksisol, Laterit	7.395	-	518.072	9.128	244.987	132.923	912.505	4,87
Lain-lain		73.884	4.446	48.414	863	179.671	4.999	31.227	1,67
Luas total		1.525.143	1.194.010	6.116.076	1.695.777	4.517.517	3.673.960	18.722.485	100,00

* Luas dihitung dari nilai tengah proporsi pada legenda peta tanah (P= >75%; D= 50-75%, F= 25-50%, M =10-25%, T = <10%)

pengelolaan air, yaitu menjaga agar permukaan air tanah tidak terlalu dalam atau tidak terlalu dangkal (tergenang). Drainase terlalu dalam (overdrained) menyebabkan kekeringan, kebakaran atau amblesan (subsidence). Tanah gambut bersifat kering tak-balik (irreversible), artinya jika tanah gambut mengalami kekeringan, maka tanah tersebut sulit diperbaiki dan dikembalikan seperti kondisi semula. Penelitian sifat-sifat dan sebaran tanah gambut telah banyak dilakukan, terutama di Sumatera dan Kalimantan (Wahyunto *et al.* 2010).

Entisols adalah tanah-tanah yang belum mempunyai perkembangan struktur atau tanah tergolong masih muda. Entisols dari bahan endapan aluvium sungai atau dari bahan abu pasir vulkan

berpotensi tinggi untuk pertanian, karena tanah cukup subur. Demikian pula tanah yang terbentuk dari endapan fluvio-marin yang mengandung bahan sulfidik masih cukup berpotensi untuk padi sawah, apabila dikelola dengan tepat terutama pengaturan kedalaman muka air tanahnya. Sedangkan tanah yang berkembang dari bahan resisten (pasir kuarsa) tidak berpotensi untuk pertanian, karena miskin hara, seperti tanah dataran pantai dari pasir kuarsa, atau tanah dangkal di atas batuan kukuh (tanah Litosol) dan berlereng curam. Penyebaran Entisols sangat luas, sekitar 1.036.535 ha (5,54%), dijumpai di dataran aluvial, kipas aluvio-koluvial, dataran antar perbukitan, daerah pantai, lereng kerucut vulkan, dan daerah perbukitan. Beberapa penelitian sifat-sifat dan potensi tanah Entisols dari

Tabel 6. Beberapa sifat kimia tanah lapisan atas dan bawah dari ordo tanah di Sulawesi

Table 6. Some chemical properties of topsoils and subsoils of the soil orders in Sulawesi

Profil	Kedalaman cm	Tekstur*	pH		C org. %	Eks.HCl 25% P ₂ O ₅ K ₂ O mg/100 g		Ret. P %	Nilai Tukar Kation (NH ₄ -Acetat 1N, pH7) ----- cmol _c /kg -----						KCl 1N - % - cmol _c /kg		
			H ₂ O	KCl		P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	KTKs	KTKc	KB	Al ³⁺	H ⁺
HISTOSOLS																	
Haplosaprists; bh organik																	
CB 67	0-50	saprik	4,2	3,7	28,68	38	12	-	4,21	2,58	0,10	0,24	24	-	29	4,31	0,53
	50-120	saprik	4,0	3,5	49,93	14	16	-	9,29	9,16	0,19	0,15	77	-	24	4,33	0,64
ENTISOLS																	
Fluvaquents; aluvium																	
RF 54	0-20	sic	4,6	4,0	30,68	251	16	-	11,09	2,89	0,29	0,15	36	80	40	-	-
	35-120	sic	4,8	3,9	1,55	35	12	-	2,87	7,24	0,14	0,36	25	62	42	-	-
Ustifluvents; aluvium																	
AK27	0-17	ls	8,2	7,5	0,13	154	573	5	16,32	0,84	0,14	0,23	8	133	>100	-	-
	38-63	sl	8,0	7,4	1,63	112	419	2	25,03	3,81	0,76	0,27	24	141	>100	-	-
Udifluvents; aluvium																	
R6	0-12	sil	5,7	4,3	1,85	54	45	-	8,13	0,36	0,23	0,07	15	72	56	0,12	0,20
	40-60	sicl	5,6	4,1	0,82	40	91	-	5,44	0,51	0,08	0,06	12	35	47	0,40	0,37
INCEPTISOLS																	
Endoaquepts; aluvium																	
CB 86	0-18	cl	6,3	5,4	2,07	100	115	15	13,67	6,60	0,32	0,45	16	46	>100	-	-
	45-90	cl	6,0	4,7	0,48	189	137	-	9,65	10,80	0,28	0,22	18	52	>100	-	-
Endoaquepts; skis mika																	
AK53	0-18	1	6,1	4,6	0,90	150	360	12	9,24	2,90	0,10	0,15	8	50	>100	-	-
	40-75	sic	7,1	5,8	0,79	111	546	17	18,34	3,37	0,32	0,12	15	34	>100	-	-
Haplusteps; skis mika																	
AK50	0-17	sl	7,2	6,5	1,18	33	280	2	10,11	2,59	0,58	0,35	11	69	>100	-	-
	62-80	sl	7,0	5,3	0,18	37	373	1	13,17	2,28	0,10	0,21	12	71	>100	-	-
Eutrudepts; tuf/abu vulkan																	
HK 1	0-22	sl	5,4	5,2	1,95	32	65	22	7,75	1,97	1,10	0,17	20	-	56	-	-
	48-70	s	5,2	4,9	1,14	48	9	5	1,57	0,16	0,11	0,08	4	-	49	-	-
VERTISOLS																	
Hapluderts; endapan lakustrin																	
MW11	0-10	c	7,2	6,1	1,37	6	100	45	61,78	8,09	1,72	0,27	71	94	100	-	-
	31-62	c	7,1	6,0	0,91	3	18	47	66,52	6,72	0,41	0,35	74	93	100	-	-
ANDISOLS																	
Hapludands; abu vulkan																	
EY 27	0-21	1	5,8	4,8	3,83	351	9	99	9,99	1,95	0,09	0,08	21	98	59	0,00	0,06
	47-60	sicl	6,0	5,4	2,70	60	6	82	9,65	1,54	0,05	0,14	25	73	45	0,00	0,07
Udivitrands; abu vulkan																	
HDL8	0-13	ls	5,4	5,3	1,24	44	26	40	4,59	0,55	0,49	0,12	8	-	71	0,06	0,02
	30-44	ls	6,0	5,5	1,20	32	12	56	7,24	0,68	0,15	0,06	14	-	58	0,00	0,00
MOLLISOLS																	
Argiudolls; batugamping																	
SL 3	0-19	sl	7,3	6,6	1,07	92	73	-	32,17	9,04	0,17	0,25	42	-	99	-	-
	35-50	scl	7,3	6,5	0,29	117	65	-	44,13	11,53	0,14	0,04	63	-	89	-	-
Argiudolls; tuf/abu vulkan																	
HK 5	0-22	ls	5,4	4,7	1,48	124	51	2	6,35	0,90	0,89	0,66	15	-	59	0,01	0,02
	50-82	1	5,7	4,7	0,55	13	95	15	14,32	3,24	1,94	0,64	31	-	66	0,00	0,00
ALFISOLS																	
Hapludalfs; batugamping																	
SL 18	0-17	sc	6,4	5,7	1,37	71	9	-	24,78	1,45	0,08	0,26	43	114	61	-	-
	35-80	c	6,0	5,2	0,19	69	7	-	20,28	1,90	0,11	0,36	40	80	57	-	-
Hapludalfs; batuan vulkan tua																	
MD9	0-14	c	6,3	5,5	2,04	13	51	38	7,77	3,38	1,17	0,17	24	42	52	-	-
	33-67	c	6,3	5,2	0,54	9	5	43	5,80	3,48	0,06	0,54	21	28	46	-	-
Rhodudalfs; batuan vulkan tua																	
LR10	0-16	c	5,8	5,2	1,53	32	16	40	8,29	3,15	0,31	0,12	22	55	55	-	-
	38-65	c	6,0	5,2	0,58	13	6	38	4,57	4,04	0,06	0,24	19	29	46	-	-
ULTISOLS																	
Hapludults; batuan granit																	
SL 10	0-19	scl	4,4	3,6	1,03	61	29	-	0,34	0,05	0,51	0,10	10	46	10	3,51	0,82
	55-91	scl	4,8	3,9	0,34	75	12	-	0,26	0,10	0,15	0,11	11	33	5	4,19	0,73
Hapludults; batupasir																	
RF 01	0-14	1	4,5	3,7	1,13	12	12	-	1,02	0,33	0,15	0,08	16	115	10	8,60	1,76
	33-57	cl	4,5	3,7	0,31	12	12	-	0,47	0,08	0,08	0,09	16	43	4	10,63	2,92
Hapludults; batuan ultramafik																	
UY 14	0-14	scl	5,6	4,8	0,25	37	12	-	2,21	7,00	0,21	0,18	14	65	68	0,21	0,11
	57-80	scl	5,0	4,2	0,45	28	10	-	1,06	3,04	0,13	0,05	16	60	27	6,95	0,64
OXISOLS																	
Hapludox; batuan skis																	
CB 63	0-15	scl	4,8	4,0	1,03	6	60	-	1,00	0,77	0,13	0,09	3	13	58	0,42	0,20
	55-90	cl	4,3	4,0	0,23	6	103	-	0,60	0,70	0,23	0,26	5	13	37	-	-
Eutrudox; batupasir																	
RF 49	0-18	c	3,9	3,7	2,24	15	5	-	0,52	0,22	0,07	0,19	6	12	16	4,30	0,48
	35-84	c	4,2	3,8	0,82	8	4	-	0,32	0,08	0,07	0,05	1	2	38	-	-
Eutrudox; batuan ultramafik																	
HK16	0-20	sic	5,2	4,8	2,00	31	16	23	3,00	2,92	0,31	0,24	12,81	25	51	0,12	0,21
	35-60	c	5,0	4,8	0,78	21	10	27	1,16	1,77	0,17	0,74	7,82	14	49	0,10	0,16

Sumber: Badan Litbang Pertanian (2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f); data disederhanakan.

* Ket: Tekstur: c = liat, cl = lempung berliat; sic = liat berdebu, sc = liat berpasir, scl = lempung liat berpasir, l = lempung, sl=lempung berpasir, ls=pasir berlempung, s = pasir. KTKs=KTK tanah, KTKc=KTK liat; KB=kejenuhan basa.

endapan aluvium di dataran aluvial telah dilakukan di daerah Kabupaten Donggala (Hikmatullah dan Sukarman 2007), di daerah Sausu, Parigi Moutong (Hikmatullah dan Suparto 2006), dan di daerah Lambunu untuk pencetakan sawah irigasi (Hikmatullah *et al.* 1994). Tanah-tanah yang diteliti tersebut umumnya mempunyai tingkat kesuburan cukup tinggi, antara lain mempunyai kadar kalium total sangat tinggi, yang diduga berasal dari rombakan batuan skis mika.

Inceptisols adalah tanah-tanah yang mempunyai perkembangan struktur yang dicirikan oleh bentukan struktur cukup baik dan horison kambik. Tanah ini setara dengan Kambisol atau Latosol untuk yang berdrainase baik, atau Gleisol untuk yang berdrainase terhambat. Tanah terbentuk dari berbagai macam bahan induk, seperti endapan aluvium, fluvio-marin, batuan sedimen, batuan vulkan, dan batuan metamorfik. Penyebaran tanah ini paling luas di Sulawesi, yang mencapai 10.887.390 ha (58,15%), dan umumnya dijumpai pada landform Aluvial, Fluvio-marin, Karst, Tektonik dan Vulkan. Di dataran Aluvial dan Fluvio-marin, tanah yang berdrainase terhambat sesuai untuk padi sawah, sedangkan yang berdrainase baik, sesuai untuk tanaman pangan lahan kering. Tanah dari batuan sedimen masam, seperti batupasir dan batuliat umumnya bereaksi masam, kadar hara NPK dan basa-basa dapat-tukar rendah, tetapi kejenuhan Al tinggi, seperti di daerah Mamuju Utara dan Beteleme, Poso. Tanah dari batuan vulkan mempunyai penyebaran cukup luas dengan sifat-sifat kimia yang lebih baik dari batuan sedimen masam. Penelitian sifat-sifat dan potensi tanah Inceptisols dari endapan aluvium dan koluvium yang banyak mengandung mika pada dataran aluvial dan kipas aluvial dengan kondisi rejim kelembaban udik dan ustik telah dilakukan di sekitar Lembah Palu (Hikmatullah *et al.* 2005), di Kabupaten Donggala (Hikmatullah dan Al-Jabri, 2007), dan di daerah Paguyaman, Gorontalo (Nurdin 2012). Sementara itu, penelitian tingkat kesuburan tanah-tanah dari endapan batuan skis mika, yang kaya hara kalium di daerah Lambunu telah dilakukan untuk mendukung perluasan/pencetakan lahan sawah irigasi (Nursyamsi *et al.* 1994).

Vertisols atau tanah Grumusol merupakan tanah yang mempunyai ciri khas, yaitu bidang kilir (slickenside) atau struktur baji, adanya rekahan lebar pada musim kemarau/kering selebar > 5 cm dan mengkerut bila basah. Tanah ini terbentuk dari endapan lakustrin, endapan dari batugamping pada bentuk wilayah datar hingga bergelombang. Tetapi

dapat juga tanah tersebut terbentuk dari bahan vulkan (Subagjo 1983). Hasil penelitian Hikmatullah *et al.* (2002) menunjukkan bahwa sifat-sifat kimia tanah Vertisols dari daerah Gorontalo cukup baik, dicirikan oleh pH netral-agak alkalis, tekstur halus, tanah dalam, kadar basa-basa, KTK dan kejenuhan basa tinggi. Komposisi mineral fraksi pasirnya masih mengandung mineral mudah lapuk cukup tinggi, terdiri dari ortoklas, sanidin, albit, andesine, hornblende dan epidot, sedangkan mineral liatnya didominasi oleh smektit. Mineral smektit (tipe 2:1) mempunyai muatan negatif, KTK tinggi dan kemampuan mengembang bila basah dan mengkerut bila kering (Prasetyo *et al.* 2007). Luas penyebaran tanah ini sekitar 53.126 ha (0,28%), terutama yang luas dijumpai di daerah Limboto dan Paguyaman. Di tempat lain, tanah ini dijumpai di daerah Sengkang, Bungku dan Luwuk. Tanah ini sangat potensial untuk padi sawah, jagung dan kedele jika sumber air mencukupi. Tetapi di daerah Limboto dan Paguyaman sebagian tanah ini dibiarkan bera pada waktu musim kemarau, karena kekurangan air (Hikmatullah *et al.* 1999).

Mollisols termasuk tanah yang sudah mempunyai perkembangan profil dan secara alami cukup subur. Tanah dicirikan oleh epipedon molik berwarna gelap dengan kadar bahan organik tinggi di lapisan atas setebal >25 cm. Reaksi tanah agak masam-netral, kandungan basa-basa, KTK dan kejenuhan basa sedang sampai tinggi. Tanah terbentuk dari sedimen batugamping, batuan vulkan tua, dan endapan aluvium pada kondisi rejim kelembaban udik (iklim basah) maupun ustik (iklim kering), seperti dijumpai di daerah Marisa, Gorontalo. Mollisols di daerah Marisa mempunyai epipedon molik tebal/pachic (> 50 cm), tingkat kesuburan dan cadangan mineral mudah lapuk cukup tinggi (Hikmatullah *et al.* 2003). Di daerah Tondano, Sulawesi Utara, tanah ini terbentuk dari bahan vulkan muda dan mempunyai horison argilik (Suhardjo dan Hikmatullah, 2001). Tanah Mollisols tergolong subur, oleh sebab itu, tanah ini banyak diusahakan untuk pertanian tanaman pangan seperti jagung dan kacang-kacangan, terutama pada lahan datar dengan lereng < 3%. Penyebaran tanah ini sangat luas mencapai 1.162.483 ha (6,21%), terutama yang luas dijumpai di Gorontalo, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan.

Andisols adalah tanah-tanah yang terbentuk dari hasil erupsi gunungapi (abu, tuf dan pasir) pada kerucut vulkan pada ketinggian >700 m dpl. Tanah ini mempunyai sifat khas andik dan vitrik, bersifat gembur, dan ringan, sehingga mudah diolah. Tingkat kesuburan

tanah cukup tinggi, yang dicirikan oleh pH tanah agak masam, kandungan bahan organik tinggi, basa-basa dan kejenuhan basa tinggi, dan cadangan mineral mudah lapuk sangat tinggi, sehingga kebutuhan hara dapat terpenuhi dalam jangka panjang. Penyebaran tanah ini cukup luas sekitar 407.451 ha (2,18%), dijumpai di daerah Minahasa (Sulawesi Utara), seperti pada lereng G. Lokon, G. Sopotan, G. Mahawu, G. Masarang, dan G. Kelabat, P. Sangihe, G. Ambang, dan daerah Malakaji (Sulawesi Selatan) pada lereng G. Lempobatang. Penelitian sifat-sifat Andisols daerah Minahasa telah dilaporkan (Hikmatullah *et al.* 2000; Hikmatullah dan Sukarman, 2010). Menurut sifat bahan induknya, Andisols tersebut bersifat andesitik, andesitik-basalt dan basaltik, sedangkan tekstur tanahnya bervariasi dari berpasir (vitrik), berdebu, dan berliat (Hikmatullah 2008). Andisols yang bersifat vitrik dapat dikenali di lapangan dengan cara menduga kandungan gelas vulkan yang tinggi dan teksturnya berpasir (Hidayatullah dan Djaenudin 1995), seperti bahan tuf dari G. Sopotan. Secara aktual tanah-tanah tersebut telah dimanfaatkan sebagai sentra sayuran dataran tinggi, jagung dan kacang-kacangan, serta tanaman tahunan, seperti cengkeh, kelapa, vanili.

Alfisols atau dikenal sebagai tanah Mediteran adalah tanah-tanah yang sudah berkembang lanjut, yang dicirikan secara pedogenesis oleh adanya kenaikan liat (iluviasi) di lapisan bawah yang memenuhi persyaratan horison argilik atau kandik (Soil Survey Staff 2014). Tanah terbentuk dari batugamping, batuan vulkan tua, dan batuan intrusi pada wilayah dengan curah hujan relatif rendah, seperti daerah Paguyaman, Limboto, Marisa, Luwuk, Bone, dan Barru (Sulawesi Selatan) dengan rejim kelembaban ustik. Tetapi di daerah Minahasa, Sulawesi Utara, tanah ini terbentuk dari tuf dan lava vulkan tua pada kondisi rejim kelembaban udik. Tanah umumnya cukup dalam, tekstur halus, reaksi tanah agak masam-netral, KTK dan kejenuhan basa tinggi (Badan Litbang Pertanian, 2012a; 2012b; Suhardjo dan Hikmatullah 2001). Luas total tanah ini sekitar 1.953.975 ha (10,44%), yang paling luas penyebarannya dijumpai di Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah dan Gorontalo.

Ultisols yang populer dengan nama Podsolik adalah tanah-tanah yang telah mengalami perkembangan lanjut, dicirikan oleh terbentuknya horison argilik atau kandik. Tanah ini dikenal mempunyai pH tanah masam, miskin hara, kejenuhan Al tinggi, dan miskin cadangan mineral mudah lapuk, karena proses pencucian yang intensif. Kesuburan alami tanah ini hanya bergantung pada kadar bahan

organik lapisan atas. Tanah terbentuk dari batuan sedimen masam, batuan vulkan tua, dan metamorfik, dijumpai antara lain di daerah Mamuju Utara, Tolitoli, dan Beteleme (BBSDLP, 2011a, 2011b). Oleh karena sifat-sifatnya yang kurang menguntungkan, tanah ini digolongkan sebagai lahan marginal (Djaenudin, 1993) atau disebut juga lahan sub-optimal (Mulyani dan Sarwani, 2013). Meskipun demikian, tanah ini dapat diperbaiki dan ditingkatkan produktivitasnya untuk pertanian tanaman pangan dengan menerapkan teknologi pengelolaan yang tepat. Luas total tanah ini sekitar 1.919.580 ha (10,25%), terutama yang paling luas tersebar di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Barat.

Oxisols adalah tanah-tanah yang telah mengalami perkembangan lanjut, yang dicirikan oleh horison oksik atau kandik. Di Sulawesi, tanah ini sebagian besar terbentuk dari batuan ultrabasik, sebagian dari batuan vulkan tua, batuan intrusi, dan batuan sedimen masam (Buurman dan Soeprahardjo, 1980; Sudihardjo dan Dai, 1989). Prasetyo *et al.* (1999) telah mengulas sifat-sifat dan potensi tanah Oxisols untuk tanaman pangan dan perkebunan. Sedangkan Chendy *et al.* (2003) meneliti sifat-sifat khas Oxisols yang terbentuk dari beberapa jenis bahan induk. Secara umum, sifat-sifat morfologi dan fisik tanah umumnya cukup baik, seperti tanah sangat dalam, gembur, dan remah, sehingga mudah diolah. Tetapi sifat kimianya kurang menguntungkan, bahkan lebih miskin kandungan haranya dibandingkan dengan Ultisols (tanah Podsolik), seperti kandungan hara NPK, basa-basa dapat-ditukar, dan kapasitas tukar kation sangat rendah, sehingga digolongkan sebagai lahan sub-optimal. Sebagian tanah tersebut mengandung logam berat nikel dan kobalt terutama yang terbentuk dari batuan ultrabasik, seperti di daerah Soroako dan Pomala (Sulawesi Tenggara). Prasetyo *et al.* (1988) melaporkan bahwa komposisi mineral fraksi liat Oxisols dari batuan ultrabasik di Sulawesi Tengah termasuk serpentinit dan peridotit. Penyebaran tanah ini dijumpai di daerah Luwu Timur, Kolaka, dan Bungku/ Kolonodale. Luas total tanah ini mencapai 912.505 ha (4,87%), yang tersebar di Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara.

POTENSI LAHAN UNTUK PERTANIAN PANGAN

Potensi lahan untuk pengembangan pertanian ditentukan oleh faktor biofisik lahan yang terdiri dari keadaan iklim, topografi/lereng dan karakteristik tanah

yang merupakan parameter persyaratan tumbuh tanaman (Djaenudin *et al.* 2003). Oleh karena itu lahan potensial dapat diartikan sebagai lahan yang secara biofisik sesuai untuk pengembangan komoditas pertanian tertentu secara berkelanjutan tanpa atau sedikit faktor pembatas penggunaannya. Berdasarkan hasil penelitian Badan Litbang Pertanian (2012a, 2012b, 2012c, 2012d, 2012e, 2012f), lahan potensial yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan padi sawah, jagung dan kedele masih cukup luas dan tersebar di semua provinsi di Sulawesi (Tabel 7). Tetapi tentunya sebagian besar dari lahan tersebut telah dimanfaatkan untuk pertanian, baik lahan sawah,

maupun pertanian lahan kering. Oleh karena itu, pemanfaatan lahan difokuskan melalui usaha optimalisasi lahan atau peningkatan produktivitas lahan yang sudah ada. Kondisi existing sebagian lahan potensial di beberapa lokasi untuk pengembangan padi sawah, jagung dan kedele disajikan pada Gambar 2.

Untuk mengetahui ketersediaan lahan pada lahan potensial tersebut (yang belum dimanfaatkan untuk pertanian), dapat ditumpang-tepatkan (overlay) dengan Peta status kawasan hutan (dari Kehutanan) dan Peta penggunaan lahan sekarang (existing landuse) (dari BPN). Peta penggunaan lahan bersifat dinamis, artinya perubahannya relatif cepat, terutama di wilayah

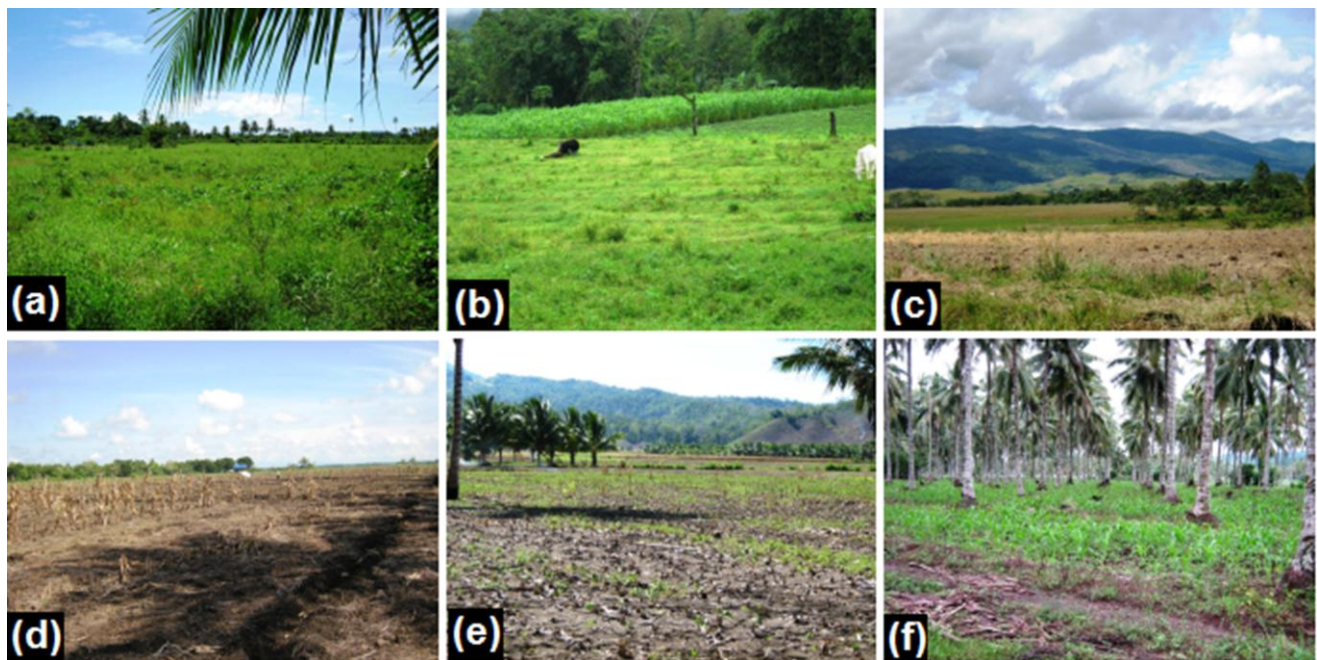
Tabel 7. Sebaran luas lahan potensial untuk pengembangan padi sawah, jagung dan kedele di Sulawesi

Table 7. Extent distribution of potential land for wetland rice, maize and soybean development in Sulawesi

Provinsi	Padi sawah ¹ Lereng < 3%	Jagung, kedele ¹ Lereng 3-15%	Jumlah ¹ (P)	Sawah irigasi & non irigasi ²	Tegalan/kebun, ladang/huma ²	Jumlah ² (A)	Selisih (P - A)
Sulawesi Utara	105.113	262.074	367.187	56.181	352.978	409.159	-41.972
Gorontalo	147.700	120.470	268.170	28.707	280.683	309.390	-41.220
Sulawesi Tengah	657.876	488.497	1.146.373	137.786	1.108.710	1.246.496	-100.123
Sulawesi Selatan	982.500	551.515	1.534.015	576.559	726.587	1.303.146	230.869
Sulawesi Barat	201.657	188.879	390.536	55.016	233.941	288.957	101.579
Sulawesi Tenggara	201.386	372.277	573.663	85.585	521.652	607.237	-33.574
Jumlah	2.296.232	1.983.712	4.279.944	939.834	3.224.551	4.164.025	115.559

¹ Sumber: Badan Litbang Pertanian (2012a, 2012b, 2012c, 2012d, 2012e, 2012f), angka-angka diolah.

² Luas Lahan Menurut Penggunaan 2011 (BPS, 2012)



Gambar 2. Lahan potensial untuk pengembangan: (a) padi sawah, (b,c,d,e) jagung dan kedele, dan (f) jagung ditanam di bawah tegakan kebun kelapa

Figure 2. Potential lands for development of: (a) wetland rice, (b, c, d, e) maize and soybean, and (f) maize planted under coconut plantation

dekat perkotaan atau dekat sentra pembangunan. Sedangkan Peta status kawasan hutan sifatnya relatif tetap, artinya diperlukan waktu yang lama untuk proses perubahannya, karena harus melalui perundangan atau peraturan pemerintah.

Lahan potensial di Sulawesi tersebar di enam provinsi, dengan luas total 4,28 juta ha (Tabel 7, Gambar 3). Lahan tersebut terdiri atas lahan basah berlereng < 3% seluas 2,30 juta ha untuk pengembangan padi sawah, dan pada lahan kering berlereng 3-15% seluas 1,98 juta ha untuk pengembangan jagung dan kedele. Ritung *et al.* (2004) mendapatkan estimasi luas lahan basah potensial untuk padi sawah di Sulawesi seluas 2,386 juta ha yang kurang lebih sama dengan angka diatas. Lahan potensial untuk padi sawah sebagian besar menempati landform Aluvial dengan bentuk wilayah datar, dan sebagian kecil menempati landform dataran Fluvio-marine. Sebaran lahan potensial yang paling luas terdapat di Provinsi Sulawesi Selatan (1.534.015 ha) dan secara aktual di lapangan wilayah ini mempunyai lahan sawah paling luas, seperti Pinrang, Wajo, Soppeng dan Luwu dan Bone. Di Provinsi Sulawesi Tengah lahan potensial seluas 1.146.373 ha tersebar di dataran aluvial dan telah dimanfaatkan untuk pertanian lahan sawah irigasi dan tadah hujan, serta pertanian lahan kering, walaupun luasannya relatif sempit- sempit, mulai dari wilayah utara, yaitu Tolitoli dan Buol sampai ke wilayah selatan, daerah Morowali dan Napu.

Di provinsi ini, lahan potensial yang luas antara lain di Lambunu, Kotaraya, Sausu, lembah Palu, Palolo dan Wosu Morowali. Penelitian sifat-sifat dan potensi lahan untuk padi sawah dan palawija di lembah Palu, Palolo dan Napu telah dilaporkan oleh Suparto *et al.* (2011). Penelitian pengelolaan lahan untuk peningkatan produksi padi sawah di Lembah Palu telah dilaporkan oleh Syafruddin *et al.* (2003). Semenetera itu, Hikmatullah *et al.* (2002) telah mengulas hasil penelitian potensi sumberdaya lahan untuk pencetakan sawah irigasi di beberapa lokasi di Sulawesi, Kalimantan dan Sumatera. Provinsi Sulawesi Tenggara menempati urutan ketiga dalam hal luasan lahan potensial (573.663 ha), terutama yang luas terdapat di wilayah Kolaka Timur, Konawe dan Konawe Selatan. Provinsi Sulawesi Barat, lahan potensialnya cukup luas (390.536 ha), yang sentranya terdapat di daerah Polewali Mandar dan Mamuju Utara.

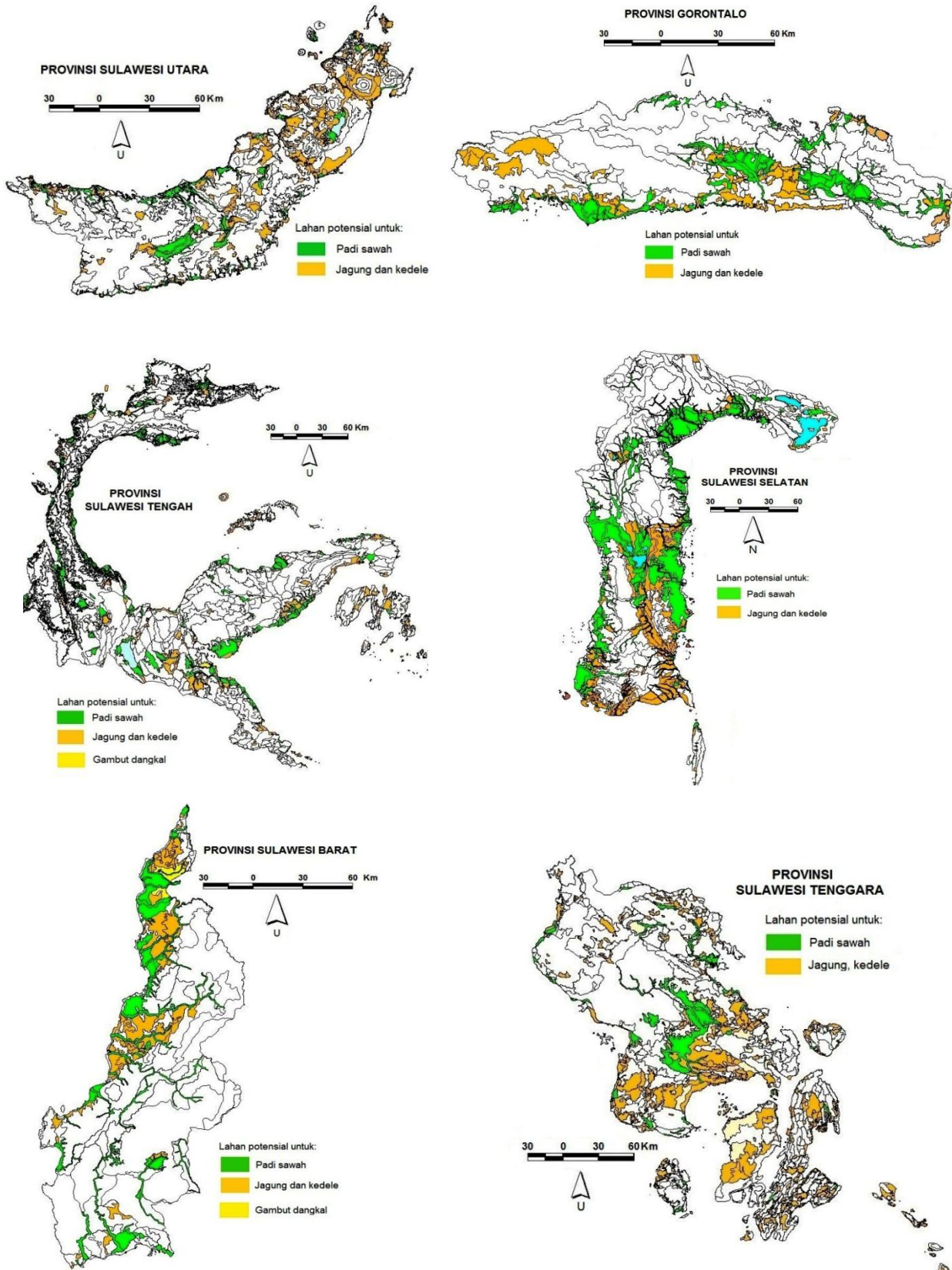
Di Provinsi Gorontalo, lahan potensial seluas 268.170 ha, dengan sentra berada di daerah Limboto, Paguyaman dan Marisa Popayato. Di Provinsi

Sulawesi Utara, lahan potensial untuk padi sawah berada disekitar danau Tondano, Kotamobagu dan Dumoga, yang menjadi sentra produksi padi. Karakteristik dan potensi lahan untuk padi, jagung dan kedele di wilayah Gorontalo dan Sulawesi Utara telah diulas oleh Hikmatullah *et al.* (1999). Sementara itu, karakteristik morfologi, kimia dan mineralogi tanah-tanah sawah dari endapan lakustrin di beberapa lokasi di Sulawesi telah dibahas (Nurdin, 2011; Hikmatullah *et al.* 2010; Hikmatullah dan Suparto, 2014).

Data hasil perhitungan luasan lahan potensial (Tabel 7) dapat dibandingkan dengan luasan lahan pertanian existing dari BPS (2012). Apabila luas lahan potensial lebih besar dari jumlah luas lahan existing, maka artinya masih terdapat lahan potensial yang belum dimanfaatkan untuk pertanian atau sudah dimanfaatkan untuk non-pertanian. Tetapi kalau sebaliknya, maka kemungkinan lahan pertanian existing tersebut telah memanfaatkan lahan-lahan berlereng >15%, yang berpotensi erosi dan longsor. Dari hasil perbandingan tersebut ternyata masih terdapat lahan potensial seluas 230.869 ha di Sulawesi Selatan, dan 101.579 ha di Sulawesi Barat yang tidak termasuk lahan pertanian *existing* tersebut. Lahan ini merupakan selisih antara jumlah lahan potensial (P) dan jumlah lahan sawah dan tegalan/kebun existing (A). Keberadaannya dapat diketahui dengan cara tumpang-tepat (overlay) antara sebaran lahan potensial dan lahan pertanian *existing* tersebut.

PELUANG PENINGKATAN PRODUKSI PAJALE

Peluang peningkatan produksi pajale (padi, jagung, dan kedele) melalui perluasan areal lahan pertanian tampaknya sudah sulit dilakukan, karena pada kenyataannya lahan-lahan potensial sudah dimanfaatkan, baik untuk lahan pertanian maupun non-pertanian. Oleh sebab itu, peningkatan produksi hanya dapat dilakukan melalui intensifikasi. Peningkatan produksi komoditas tersebut melalui optimalisasi pemanfaatan lahan pertanian *existing* masih cukup besar. Sebagai gambaran, apabila diasumsikan 50% lahan basah potensial tersebut atau 1.148.116 ha (termasuk sawah *existing*) dapat ditanami padi sawah dua kali tanam setahun dengan produktivitas rata-rata untuk wilayah Sulawesi 4,71 t ha⁻¹, maka akan diperoleh produksi padi sebanyak 10.815.253 ton GKG.



Gambar 3. Peta sebaran lahan potensial untuk pengembangan padi sawah, jagung dan kedele di Sulawesi
 Figure 3. Distribution map of potential land for wetland rice, maize and soybean development in Sulawesi

Demikian pula, jika 50% lahan kering potensial tersebut atau 991.856 ha (termasuk kebun/tegalan *existing*) dimanfaatkan untuk tanaman jagung satu kali tanam dalam setahun dengan produktivitas rata-rata 4,05 t ha⁻¹ akan diperoleh produksi sebesar 4.017.017 ton jagung pipil kering, kemudian untuk kedele satu kali tanam dalam setahun dengan produktivitas 1,34 t ha⁻¹, maka akan diperoleh produksi sebanyak 1.329.087 ton kedele biji kering. Apabila dibandingkan dengan data produksi ketiga bahan pangan tersebut (Tabel 1), maka rencana produksi tersebut terdapat kenaikan yang cukup signifikan untuk padi, jagung dan kedele masing-masing 38,4%, 36,7% dan 2461,4%. Akan tetapi peluang tersebut tentunya harus disertai dengan penyediaan fasilitas/sarana produksi yang memadai dan jaminan harga produksi yang menguntungkan petani.

Dari skenario tersebut, produksi padi, jagung, dan kedelai akan dapat memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap produksi pangan di tingkat provinsi. Apabila hal ini dapat direalisasikan, maka tentunya akan dapat menunjang program swasembda dan ketahanan pangan secara nyata di tingkat provinsi, dan mendorong terbentuknya sentra-sentra produksi pertanian tanaman pangan di Sulawesi.

KENDALA PEMANFAATAN LAHAN POTENSIAL

Kendala pemanfaatan biofisik lahan potensial di wilayah Sulawesi yang menonjol adalah ketersediaan air dan retensi hara, terutama C organik (Badan Litbang Pertanian, 2012a, 2012b, 2012c, 2012d, 2012e, 2012f). Di sebagian daerah terdapat bahaya erosi/longsor dan banjir. Tidak semua lahan potensial di wilayah Sulawesi mempunyai sumber air yang mencukupi untuk pertumbuhan tanaman, khususnya padi sawah. Daerah-daerah beriklim kering antara lain Limboto dan Paguyaman, Lembah Palu, daerah Luwuk Banggai, daerah Janeponto, Bulukumba dan Takalar. Walaupun daerah-daerah tersebut mempunyai fasilitas irigasi/bendungan di bagian hulunya, namun debit airnya kurang mencukupi untuk mengairi seluruh lahan sawah, sehingga sebagian lahan hanya dapat ditanami padi satu kali dalam setahun. Oleh sebab itu, pada masa bera lahan sawah dapat dimanfaatkan untuk tanam jagung dan kedele, yang tidak memerlukan banyak air dengan pola tanam: padi-jagung/kedele. Untuk daerah-daerah lainnya yang memiliki sumber air yang relatif mencukupi untuk masa tanam padi dua kali setahun, pola tanam yang diterapkan adalah padi-padi-jagung/kedele. Kendala retensi hara dapat diatasi dengan teknologi pengelolaan lahan, seperti penambahan bahan organik, baik berasal dari sisa panen maupun kotoran hewan.

Kendala lain adalah bahaya banjir atau bahaya erosi/longsor. Lahan potensial umumnya pada dataran aluvial dengan bentuk wilayah datar sampai agak datar, terutama untuk lahan sawah. Walaupun demikian, karena posisinya sebagian berada di bawah perbukitan dengan gradien lereng yang cukup besar, maka dikhawatirkan potensi banjir atau longsor pada musim hujan yang dapat merusak tanaman dan infrastruktur. Pengembangan tanaman jagung dan kedele, disamping dilakukan pada lahan datar juga pada lahan miring (lereng $\leq 15\%$) yang berpotensi erosi, sehingga diperlukan penerapan teknologi konservasi tanah. Kendala lainnya yang spesifik adalah sosial ekonomi budaya pertanian dari masyarakat petani yang sebagian masih bersifat tradisional, seperti dalam hal adopsi teknologi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanah-tanah di Sulawesi terbentuk dari berbagai macam bahan induk, pada kondisi iklim dan bentuk wilayah yang bervariasi, sehingga menghasilkan sifat-sifat morfologi, fisik-kimia dan susunan mineral tanah yang bervariasi pula. Keadaan tersebut sangat mempengaruhi tingkat potensi dan kesesuaian lahannya untuk pengembangan tanaman pangan, khususnya padi, jagung dan kedele.

Di Sulawesi terdapat lahan potensial lahan basah seluas 2,30 juta ha (lereng <3%) untuk pengembangan padi sawah, dan 2,41 juta ha lahan kering (lereng 3-15%) untuk pengembangan jagung dan kedele. Faktor pembatas biofisik berupa ketersediaan air, retensi hara, dan bahaya erosi/longsor. Jika diasumsikan 50% luas lahan basah tersebut dapat ditanami padi dua kali setahun, dan 50% lahan kering tersebut ditanami jagung dan kedele sekali setahun, akan dapat diperoleh peningkatan produksi padi, jagung dan kedele yang cukup signifikan dibandingkan dengan data produksi yang ada saat ini.

Peningkatan produksi padi, jagung dan kedele lebih berpeluang dilakukan melalui usaha optimalisasi atau intensifikasi lahan yang sudah ada dan menambah luas areal tanam dibandingkan dengan perluasan lahan baru yang sudah sulit dicari. Lahan-lahan sawah yang sudah ada (*existing*) dan kondisinya kekurangan air (*bera*) dapat dimanfaatkan untuk pertanaman jagung dan kedele.

Informasi luasan lahan potensial yang disajikan bersumber dari peta tanah skala tinjau skala 1:250.000, yang berguna untuk perencanaan pada tingkat regional/provinsi. Untuk menindaklanjuti usaha optimalisasi pemanfaatan lahan untuk ketiga komoditas pangan tersebut pada skala operasional (kabupaten, kecamatan) masih perlu dilakukan pendetilan deliniasi satuan lahan menjadi skala 1:50.000 atau lebih besar

dan diikuti dengan analisis *existing landuse* menggunakan citra tegak resolusi tinggi agar dapat ditentukan wilayah pengembangan secara operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012a. Peta sumberdaya tanah tingkat tinjau Provinsi Sulawesi Utara skala 1:250.000. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012b. Peta sumberdaya tanah tingkat tinjau Provinsi Gorontalo skala 1:250.000. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012c. Peta sumberdaya tanah tingkat tinjau Provinsi Sulawesi Tengah skala 1:250.000. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012d. Peta sumberdaya tanah tingkat tinjau Provinsi Sulawesi Selatan skala 1:250.000. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012e. Peta sumberdaya tanah tingkat tinjau Provinsi Sulawesi Barat skala 1:250.000. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012f. Peta sumberdaya tanah tingkat tinjau Provinsi Sulawesi Tenggara skala 1:250.000. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Balitklimat (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi). 2003. Peta pelayan curah hujan di Indonesia. Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Buurman, P., and T. Balsem. 1990. Land unit classification for the reconnaissance soil survey of Sumatra. Technical Report No. 3, Version 2, LREP Project. Center for Soil and Agroclimate Research, Bogor.
- BBSDLP (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian). 2011a. Pemetaan potensi sumberdaya lahan tingkat tinjau skala 1:250.000 seluas 2,5 juta ha di Gorontalo dan Sulawesi Tengah. Laporan Akhir Tahun. Dok. No. 22/LA/BBSDLP/2011. Badan Litbang Pertanian, Bogor (tidak dipublikasikan).
- BBSDLP (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian). 2011b. Evaluasi potensi dan aktualisasi lahan mendukung ketahanan pangan danantisipasi perubahan iklim di Provinsi Maluku, Maluku Utara, Sulteng, Sultra, Sulsel dan Sulbar. Laporan Akhir Tahun, Dok. No. 39/LA/BBSDLP/2011. Badan Litbang Pertanian. Bogor (tidak dipublikasikan).
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2012. Luas Lahan Menurut Penggunaan 2011. Katalog BPS: 3311004, Jakarta.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2012. Statistik Indonesia Tahun 2012. Katalog BPS: 1101001 Jakarta.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2014. Berita Resmi Statistik No. 80/II/Th. XVII, 3 Nov. 2014.
- Buurman, P. and M. Soepraptohardjo. 1980. Oxisols and associated soils on ultramafic and felsic volcanic rocks in Indonesia. P71-92. *In*: Buurman P (Ed.) Red Soils in Indonesia. Agricultural Research Reports 889. Bulletin No. 5, Soil Research Institute, Bogor.
- Chendy, Tf., M. Kundarto, B.H. Sunarminto. 2003. Karakteristik Oxisols yang berkembang pada beberapa bahan induk di Indonesia. *J. Tanah dan Air* 4 (1): 43-51.
- CSR/FAO Staff. 1983. Reconnaissance land resource survey 1:250,000 scale Atlas format procedure. AGOF/INFS/78/008. Center for Soil Research, Bogor.
- Dai, J., P. Soedewo, and P. Buurman. 1980. Soils on acid metamorphic and sedimentary rocks in South East Sulawesi. P 121-139. *In*: Buurman P (Ed.) Red Soils in Indonesia. Agricultural Research Reports 889. Bulletin No. 5, Soil Research Institute, Bogor.
- Desaunettes, J. R. 1977. Catalogue of landforms for Indonesia. FAO-Soil Research Institute, Bogor. AGL/TF/INS/44. Working Paper No.13.
- Djaenudin, D. 1993. Tanah marginal, tantangan dan pemanfaatannya. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* XII(4):79-86.
- Djaenudin, D. 2008. Prospek penelitian potensi sumber daya lahan di wilayah Indonesia. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pedologi dan Penginderaan Jarak Jauh. Bogor, 2 April 2008.
- Hidayatullah dan D. Djaenudin. 1996. Identifikasi sifat vitric di lapangan pada tanah Andisols di daerah Tondano Sulawesi Utara. Hal. 195-200. *Dalam* D. Santoso *et al.* (Eds) Pros. Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 26-28 Sept. 1995.
- Hikmatullah, M. Soekardi dan K. Juanda. 1994. Sifat dan klasifikasi tanah dari endapan lapukan batuan skis di dataran Lambunu, Sulawesi Tengah. Hal. 57-70. *Dalam* N. Suharta *et al.* (Eds) Risalah Hasil Penelitian Potensi Sumberdaya Lahan untuk Pengembangan Sawah Irigasi di Kalimantan dan Sulawesi. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Hikmatullah, H. Subagjo, dan D. Djaenudin. 1999. Potensi sumberdaya lahan di empat daerah prioritas pengembangan padi, kedelai dan jagung di Propinsi Sulawesi Utara. *J. Litbang Pertanian* 18(4):126-135.
- Hikmatullah, H. Subagjo, and B. H. Prasetyo. 2000. Properties and classification of Andisols developed from volcanic ash in the Tondano area, North Sulawesi. *AGRIVITA J. on Agric. Sci.* 21(2):28-40.
- Hikmatullah, Sawijo dan N. Suharta. 2002. Potensi dan kendala pengembangan sumberdaya lahan untuk pencetakan sawah irigasi di luar Jawa. *J. Litbang Pertanian* 2(4):115-123.
- Hikmatullah, B.H. Prasetyo, dan M. Hendrisman. 2002. Vertisols dari daerah Gorontalo: Sifat-sifat fisik-kimia dan komposisi mineralnya. *J. Tanah dan Air* 3 (1):21-32.
- Hikmatullah, B.H. Prasetyo, dan H. H. Djohar. 2003. Karakteristik Mollisols dan potensinya untuk tanaman pangan lahan kering di daerah Marisa, Propinsi Gorontalo. *J. Tanah Tropika* 16:151-164.
- Hikmatullah, H. Subagjo, A. Mulyani, dan A. Kartono. 2005. Keragaman sifat-sifat tanah di dataran lembah Palu Sulawesi Tengah dan potensinya untuk pengembangan pertanian. Hal.91-110. *Dalam* Mappaona *et al.* (Eds) Pros. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumberdaya Tanah dan Iklim. Bogor, 15-15 September 2004. Buku I.

- Hikmatullah dan Suparto. 2006. Identifikasi sifat-sifat tanah dari endapan fluvial di Kecamatan Sausu, Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah. Hal. 53-68. *Dalam* D. Subardja *et al.* (Eds) Pros. Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor, 14-15 September 2006. Buku II.
- Hikmatullah and M. Al Jabri. 2007. Soil properties of the alluvial plain and its potential for agriculture in Donggala region, Central Sulawesi. *Indon. J. of Agric. Sci.* 8(2): 67-74.
- Hikmatullah dan Sukarman. 2007. Evaluasi sifat-sifat tanah pada Landform Aluvial di tiga lokasi di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *J. Tanah dan Iklim* 25:69-82.
- Hikmatullah. 2008. Andosol dari daerah Tondano Sulawesi Utara: Sifat-sifat dan klasifikasi. *J. Tanah Tropika* 13 (1): 77-85.
- Hikmatullah. 2008. Karakteristik tanah sawah dan pengelolaannya di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *J. Wacana Pertanian* 7 (2):87-94.
- Hikmatullah, Edi Yatno dan Suratman. 2010. Karakteristik tanah sawah dari bahan endapan lakustrin di Sulawesi Utara. Hal. 179-193. *Dalam* B. Kartiwa *et al.* (Eds) Pros. Seminar Nasional Sumberdaya Lahan. Bogor, 30 Nov. – 1 Des. 2010. Buku I.
- Hikmatullah and Sukarman. 2010. Reconnaissance soil resource inventory: Case study in North Sulawesi. *Proc. Int. Workshop GlobalSoilMap.net OCEANIA node.* Bogor, 7-9 Feb. 2011.
- Hikmatullah dan Suparto. 2014. Karakteristik tanah sawah dari endapan lakustrin di Sulawesi untuk pengembangan padi sawah. *J. Tanah dan Iklim* 38 (1):1-14.
- <http://beranda-miti.com/10-bahan-pangan-indonesia-masih-impor/11> February, 2013)
- Mulyani, A., dan M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *J. Sumberdaya Lahan* 7(1):47-55.
- Nurdin. 2011. Development and rainfed paddy soils potency derived from lacustrine material in Paguyaman, Gorontalo. *J. Tropical Soils* 16(3):269-279.
- Nursyamsi, D., M. Soekardi dan N. Suharta. 1994. Kesuburan tanah di daerah Lambunu Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah. Hal. 127-142. *Dalam* N. Suharta *et al.* (Eds) Risalah Hasil Penelitian Potensi Sumberdaya Lahan untuk Pengembangan Sawah Irigasi di Kalimantan dan Sulawesi. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Oldeman, L.R., and S. Darmiyati. 1977. An agroclimatic map of Sulawesi scale 1:3,000,000. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No. 33, Bogor. 30p.
- Prasetyo, B.H., A.M. Sudihardjo, dan J. Dai. 1988. Karakteristik mineralogi batuan ultrabasik di daerah Tompira, Sulawesi Tengah. Hal. 61-66. *Dalam* U. Kurnia *et al.* (Eds) Pros. Pertemuan Teknis Penelitian Tanah. Cipuyung Bogor, 18-20 Maret 1986.
- Prasetyo, B.H., N. Suharta, dan H. Subagjo. 1999. Oksisols: tinjauan mengenai sifat-sifat dan potensinya untuk tanaman pangan dan perkebunan. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 18(3):83-90.
- Prasetyo, B.H., H. Suganda, dan A. Kasno. 2007. Pengaruh bahan vulkanik pada sifat tanah sawah. *J. Tanah dan Iklim* 25:45-58.
- RePPProT (Regional Physical Planning Programme for Transmigration). 1988. Review of phase 1 Results: Sulawesi. Ditjen Penyiapan Pemukiman, Dep. Transmigrasi.
- Ritung, S., A. Mulyani, B. Kartiwa, dan H. Suhardjo. 2004. Peluang perluasan lahan sawah. Hal. 225-249. *Dalam* Agus F. *et al.* (Eds) Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Ritung, S., dan I. Las. 2010. Kebutuhan lahan sawah untuk kecukupan produksi bahan pangan tahun 2010 sampai tahun 2010. Hal. 19-39. *Dalam* M. Anda *et al.* (Eds) Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan. Bogor, 24-25 Nopember 2009.
- Simandjuntak, T.O. 1993. Neogene tectonic and orogenesis of Indonesian. *J. Geologi dan Sumberdaya Mineral* 20:1-31.
- Subagjo, H. 1983. Pedogenesis dua pedon Grumusol (Vertisol) dari bahan vulkanik Gunung Lawu dekat Ngawi dan Karanganyar. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 2:8-18.
- Subardja, D., S. Ritung, M. Anda, Sukarman, E. Suryani, dan R.E. Subandiono. 2014. Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. Edisi 1/2014. Badan Litbang Pertanian, Bogor. 45 hal.
- Suhardjo, H., dan Hikmatullah. 2001. Tanah, landform dan potensinya untuk pertanian di daerah sekitar Danau Tondano Sulawesi Utara. *J. Tanah Tropika* 13:11-21.
- Suparto, Hikmatullah dan Sukarman. 2011. Karakteristik tanah dan potensinya untuk pertanian di dataran lembah Palu, Palolo, dan Napu, Sulawesi Tengah. Hal. 157-171. *Dalam* P. Rejekiingrum *et al.* (Eds) Pros. Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Banjarbaru, 13-14 Juli 2011. Buku I.
- Sudihardjo, A.M., dan J. Dai. 1987. Karakterisasi tanah-tanah merah berbatu induk ultrabasik menurut toposekuen di daerah Puriala, Sulawesi Tenggara. Hal. 149-164. *Dalam* U. Kurnia *et al.* (Eds) Pros. Pertemuan Teknis Penelitian Tanah. Bogor, 18-20 Juni 1987. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Syafuruddin, H. Purwaningsih, Saidah dan Maskar. 2003. Pemanfaatan pupuk biologi untuk meningkatkan produksi dan efisiensi penggunaan pupuk urea pada padi sawah di lembah Palu. Hal. 47-58. *Dalam* U. Kurnia *et al.* (Eds) Pros. Seminar Nasional Inovasi teknologi Sumberdaya Tanah dan Iklim. Bogor, 14-15 Oktober 2003. Buku II.
- Van Bemmelen, R.W. 1970. The Geology of Indonesia Vol. IA General geology of Indonesia and adjacent archipelagoes. Martinus Nijhoff. The Hague, The Netherlands.
- Widjaja-Adhi, IPG. 1986. Pengelolaan lahan rawa pasang surut dan lebak. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* V (1):1-9.
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, and Subagjo, H. 2005. Peatland distribution and carbon stock in Sumatra and Kalimantan. Wetlands International-Indonesia Program and Wildlife Habitat Canada, Bogor. 254p.