

ANALISIS KUALITAS TANAH DAN UPAYA MITIGASI BENCANA HIDROLOGIS DI SUB DAS KRUENG JREUE ACEH BESAR

Helmi¹⁾, Hairul Basri²⁾, Sufardi³⁾ dan Helmi³⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Doktor Ilmu Pertanian Unsyiah, Jln. Tgk. Chik Pante Kulu Darussalam, Banda Aceh

^{2,3,4)}Fakultas Pertanian Unsyiah, Jln. Tgk. Hasan Krueng Kalee No. 3 Darussalam, Banda Aceh

Email: helmiusi@gmail.com

ABSTRAK

Alih fungsi lahan menyebabkan penurunan tingkat kesuburan tanah atau semakin rendahnya nilai indeks kualitas tanah (IKT). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas tanah pada beberapa jenis penggunaan lahan dengan pendekatan nilai IKT. IKT dihitung berdasarkan kriteria Mausbach & Seybold (1998), yang disesuaikan dengan kondisi lapangan menggunakan analisis Minimum Data Set (MDS). Parameter yang diamati meliputi kedalaman perakaran, tekstur tanah, BVT, porositas total, pH tanah, C-organik, N-total, P-tersedia, K-dd dan respirasi tanah. Hasil penelitian menunjukkan, jenis penggunaan lahan yang berkualitas baik, pemukiman, hutan sekunder dan hutan primer, dengan nilai masing-masing 0,66; 0,62 dan 0,61. Sedangkan padang rumput, tanah terbuka, sawah, tegalan, dan semak belukar berkualitas sedang, dengan nilai masing-masing 0,48; 0,49; 0,52; 0,54 dan 0,54. Implikasi dari penelitian ini, upaya mitigasi bencana hidrologis secara struktural dan non struktural sangat diperlukan untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Kualitas Tanah, Indeks Kualitas Tanah, Mitigasi Bencana Hidrologis

PENDAHULUAN

 Sub DAS Krueng Jreue, DAS Krueng Aceh dengan luas 23.218,06 ha, tidak terlepas dari tekanan disebabkan oleh aktivitas manusia. Tingginya pertumbuhan penduduk dan tingkat aktivitas pemanfaatan lahan yang terus meningkat menyebabkan perubahan penggunaan lahan sehingga termasuk DAS kritis yang ditetapkan sebagai DAS prioritas berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 328/2009.

Hasil analisis tutupan lahan Citra Spot 5 tahun 2013, selama periode 2009–2012 telah terjadi perubahan penggunaan lahan pada Sub DAS Krueng Jreue yang menyebabkan terjadinya pengurangan hutan primer dari 1.584,81 ha (6,82%) menjadi 1.576,51 ha (6,79%) atau berkurang 8,30 ha. Berkurangnya lahan hutan berdampak pada debit air DAS yang semakin berkurang, ditandai ketidakcukupan air. Ketersediaan air yang ada pada Sub DAS Krueng Jreue berkisar 0,24–3,22 m detik-1. Sementara total kebutuhan air untuk

pertanian dan rumah tangga sebesar 0,18–6,44 m detik-1 (Isnin et al., 2012).

Sumberdaya yang ada pada suatu DAS harus dikelola untuk dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan pengelolaan dan sistem penggunaan lahan di suatu wilayah adalah melalui evaluasi kualitas tanah (Rahmanipour et al., 2014), penting untuk mendapatkan produksi yang optimum dan konservasi sumberdaya alam (Shahab et al., 2013). Penilaian kualitas tanah dapat berfungsi sebagai alat bagi manager pertanian dan bagi pembuat kebijakan lainnya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang sistem pertanian yang dapat mempengaruhi sumberdaya tanah (Dong et al., 2013).

Sumberdaya lahan dan air berkaitan dengan siklus hidrologi. Perubahan iklim mempunyai pengaruh terhadap perubahan siklus hidrologi, banjir dan kekeringan (Nugroho et al., 2013) sebagai bencana hidrologis. Suatu bencana hidrologis tidak dapat

kita hindari, tetapi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang didukung dengan data akurat, dapat diantisipasi untuk meminimalisir segala macam kerugian. terutama kerusakan lingkungan. Peringatan dini merupakan faktor utama dalam pengurangan risiko bencana dan sangat diperlukan untuk mengantisipasi terjadinya suatu bencana hidrolgis sehingga akan meminimalisir suatu kerugian dan dapat diantisipasi dengan langkah-langkah menghadapi bencana dan bagi pemangku kepentingan bisa mengambil suatu kebijaksanaan yang membuat masyarakat lebih siap menghadapi bencana.

Kenyataan tersebut mengisyaratkan pentingnya pengetahuan dan pemahaman tentang karakteristik wilayah atau daerah dan responnya terhadap perubahan siklus hidrologi akibat dari perubahan iklim, termasuk di Sub DAS Krueng Ireue merupakan informasi yang sangat penting dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah serta antisipasi dini terhadap dampak negatif dan resiko kerusakan akibat bencana hidrolgis, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis parameter-parameter penyebab bencana hidrolgis yang terjadi di Sub DAS berdasarkan aspek biofisik dan aspek klimatologis. Dengan adanya penelitian ini akan didapat upaya mitigasi bencana hidrolgis di Sub DAS, sehingga dampak negatif dan resiko kerusakan banjir dan kekeringan dapat diminimalisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kriteria kualitas tanah berdasarkan indeks kualitas tanah, dimana perubahan karakteristik lahan mempengaruhi indeks kualitas tanah Sub DAS Krueng Ireue.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di DAS Krueng Aceh, Sub DAS Krueng Ireue. Secara administrasi termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Aceh Besar, dengan koordinat 5o12'– 5o28' LU dan 95o20'– 95o32' BT dan luas 23.218,06 ha. Penelitian ini dilaksanakan

selama 3 bulan, yaitu November 2015–Januari 2016.

Bahan-bahan yang digunakan: peta administrasi, peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan, skala 1 : 50.000, dan bahan-kimia untuk analisis sifat fisika dan kimia. Alat-alat yang digunakan: GPS, altimeter, bor tanah, Munsell Soil Colour Chart, meteran, pH meter, kamera digital, kantong & ring sampel, cangkul, sekop, pisau, dan alat-alat analisis sifat-sifat fisika dan kimia. Penelitian dilakukan menggunakan metode deskriptif dengan survei lapangan dan analisis di Laboratorium. Analisis tanah meliputi parameter: (1) sifat fisika tanah: tekstur tanah, berat volume tanah dan porositas total ; (2) Sifat kimia tanah: pH tanah, C-organik, N-total, P-tersedia dan K-dd; dan (3) sifat biologi tanah: respirasi tanah.

Hasil data analisis tanah yang diperoleh disusun secara matrik dan dihitung berdasarkan kriteria Mausbach & Seybold (1998) yang dimodifikasikan sesuai dengan kondisi lahan. Selanjutnya data Indeks Kualitas Tanah (IKT) dibandingkan dengan kriteria kualitas tanah berdasarkan nilai indeks kualitas tanah (Partoyo, 2005), terdiri lima kelas, yaitu: (1) sangat rendah (0,00–0,19); (2) rendah (0,20 – 0,39); (3) sedang (0,40-0,59); (4) baik (0,60-0,79); dan (5) sangat baik (0,80-1,00).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian Indeks Kualitas Terhadap Fungsi Tanah

1. Pelestarian Aktivitas Biologi

Tanah sebagai aktivitas biologi terdapat beberapa fungsi indikator yang mendukung aktivitas biologi yaitu medium perakaran, kelembaban dan keharaan. Tabel 2 menunjukkan, IKT tertinggi berdasarkan fungsi tanah untuk melestarikan aktivitas biologi, terdapat pada hutan primer (0.233), terendah sawah dan tanah terbuka, dengan nilai 0.153 dan 0,156. Hasil perhitungan indeks kualitas tanah berdasarkan fungsi tanah untuk melestarikan aktivitas biologi, tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Indeks Kualitas Tanah Berdasarkan Fungsi Tanah Untuk Melestarikan Aktivitas Biologi

Indikator penilaian	Satuan	Indeks kualitas tanah							
		TT	SB	PR	PM	SW	TG	HS	HP
Medium perakaran									
Kedalaman perakaran	cm	0.017	0.026	0.024	0.038	0.022	0.049	0.059	0.076
Berat volume tanah	g.cm ⁻³	0.051	0.053	0.053	0.055	0.055	0.055	0.055	0.057
Kelembaban									
Porositas total	%	0.010	0.010	0.011	0.012	0.011	0.012	0.012	0.014
C-Organik	%	0.019	0.025	0.020	0.024	0.007	0.024	0.031	0.021
Debu+Liat	%	0,034	0.035	0.029	0.048	0.034	0.035	0.037	0.038
Keharaan									
pH	-	0.006	0.006	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
P-av	mg kg ⁻¹	0.004	0.003	0.003	0.0001	0.002	0.006	0.002	0.001
K-dd	cmol kg ⁻¹	0.002	0.005	0.007	0.004	0.009	0.006	0.005	0.001
C-organik	%	0.014	0.019	0.015	0.018	0.005	0.008	0.019	0.016
N-total	%	0.002	0.002	0.001	0.002	0.0001	0.002	0.002	0.001
Total		0.156	0.183	0.169	0.209	0.153	0.204	0.230	0.233

Sumber: Hasil perhitungan bobot dan skor (2016)

Tabel 1 menunjukkan, IKT tertinggi berdasarkan fungsi tanah untuk melestarikan aktivitas biologi, terdapat pada hutan primer (0.233) dan yang terendah pada sawah dan tanah terbuka, dengan nilai 0.153 dan 0,156.

2. Pengaturan dan Penyaluran Air

Tanah berfungsi sebagai tempat pengaturan dan penyaluran air menggunakan parameter persentase debu+liat, porositas total dan BVT. Hasil perhitungan IKT berdasarkan fungsi tanah sebagai pengaturan dan penyaluran air, tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan IKT Berdasarkan Fungsi Tanah Sebagai Pengaturan dan Penyaluran Air

Indikator penilaian	Satuan	Indeks kualitas tanah							
		TT	SB	PR	PM	SW	TG	HS	HP
Debu+Liat	%	0.113	0.119	0.077	0.162	0.117	0.115	0.127	0.128
Porositas	%	0.023	0.023	0.051	0.028	0.026	0.025	0.027	0.032
BVT	g.cm ⁻³	0.058	0.060	0.054	0.063	0.063	0.060	0.063	0.065
Total		0.193	0.202	0.181	0.253	0.206	0.200	0.217	0.225

Sumber: Hasil perhitungan bobot dan skor (2016)

Hasil analisis total indikator penilaian pengaturan dan penyaluran air pada beberapa penggunaan lahan tidak menunjukkan fluktuasi signifikan. Tabel 2 menunjukkan, IKT tertinggi terdapat pada pemukiman (0.253) dan hutan primer (0.225), terendah pada padang rumput dan tanah terbuka, dengan nilai 0.181 dan 0,193. Cambardella & Elliott (1992), fraksi debu+liat merupakan tekstur tanah yang mengacu pada komposisi tanah dalam hal proporsi partikel pada suatu massa tanah. Porositas tanah mengacu pada ruang antara partikel tanah, terdiri dari berbagai jumlah air dan udara. Tekstur, struktur dan BVT memiliki dampak besar pada laju infiltrasi. Sifat fisik ini

menentukan berapa banyak air dapat mengalir masuk ke ruang pori-pori di permukaan tanah sehingga meningkatkan laju infiltrasi air. Tekstur tanah yang kasar lebih tinggi tingkat infiltrasi, sehingga kapasitas infiltrasi pada tanah pasir jauh lebih besar daripada tanah liat (Foth, 1990).

3. Penyaring dan Penyangga

Tanah berfungsi sebagai tempat penyaring dan penyangga yang baik harus didukung oleh parameter persentase debu+liat, porositas total, C-organik, N-total dan respirasi tanah. Hasil perhitungan IKT berdasarkan fungsi tanah

sebagai penyaring dan penyangga, tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan IKT Berdasarkan Fungsi Tanah Sebagai Penyaring dan Penyangga

Indikator penilaian	Satuan	Indeks kualitas tanah							
		TT	SB	PR	PM	SW	TG	HS	HP
Debu+Liat	%	0.113	0.119	0.099	0.162	0.140	0.115	0.127	0.128
Porositas total	%	0.011	0.011	0.012	0.014	0.011	0.012	0.013	0.016
Proses mikrobiologis									
C-organik	%	0.010	0.014	0.011	0.013	0.009	0.008	0.018	0.011
N-total	%	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001
Respirasi tanah	mg.C-CO ₂ kg ⁻¹	0.003	0.006	0.013	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003
Total		0.139	0.152	0.126	0.194	0.163	0.140	0.165	0.159

Sumber: Hasil perhitungan bobot dan skor (2016)

Tabel 3 menunjukkan, indikator penilaian debu+liat tidak memperlihatkan perubahan IKT yang signifikan pada tanah terbuka, semak belukar, sawah, tegalan, hutan sekunder dan hutan primer, tetapi adanya perbedaan IKT dengan padang rumput. Indikator penilaian porositas tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diantara berbagai penggunaan lahan. IKT yang mengalami perubahan dari indikator penilaian adalah C-organik dan respirasi tanah. Peran dari porositas sebagai penyaring dalam pengelolaan kualitas tanah. Buckman & Brady (1990), pergerakan air dan udara di dalam tanah ditentukan oleh parameter porositas tanah. Besar kecilnya porositas tanah ditentukan oleh struktur tanah. Struktur tanah granular dapat menyediakan porositas yang memadai untuk terjadinya infiltrasi.

C-organik dan N-total memiliki peran sebagai penyangga hara. Pemberian bahan

organik ke dalam tanah, mikrobial tanah bekerja mengurai menjadi energi sehingga menghasilkan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Proses penguraian bahan organik oleh mikrobial diukur dengan kadar C-organik dan N-total. Peran bahan organik sangat dibutuhkan untuk menambah nutrisi dan meningkatkan KTK. Peningkatan KTK tanah ini akan mengurangi kehilangan unsur hara yang ditambahkan melalui pemupukan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Cambardella & Elliott, 1992).

Indeks Kualitas Tanah

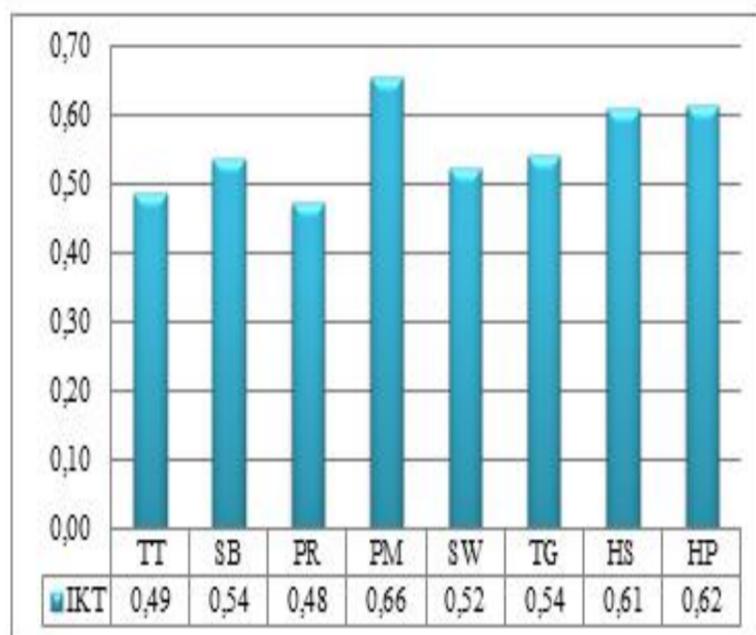
Data hasil perhitungan IKT didapat dengan mengalikan nilai indeks dengan nilai indikator tanah. Kriteria kualitas tanah pada berbagai penggunaan lahan di Sub DAS Krueng Jreue, tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kualitas Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan	Nilai indeks kualitas tanah				Kriteria kualitas tanah
	Melestarikan aktivitas biologi	Pengaturan & penyaluran Air	Penyaring & penyangga	Total	
Tanah terbuka (TT)	0.156	0,193	0,139	0.488	Sedang
Semak belukar (TB)	0.183	0.202	0,152	0.537	Sedang
Padang rumput (PR)	0.169	0.181	0,126	0.476	Sedang
Pemukiman (PM)	0.209	0.253	0,194	0.656	Baik
Sawah (SW)	0.153	0.206	0,163	0.522	Sedang
Tegalan (TG)	0.204	0.200	0,140	0.544	Sedang
Hutan sekunder (HS)	0.230	0,217	0,165	0.611	Baik
Hutan primer (HP)	0.233	0,225	0,159	0.617	Baik
Total	1.538	1,675	1,236		
Rerata	0.192	0,209	0,155		

Sumber: Hasil perhitungan bobot dan skor (2016)

Tabel 4 menunjukkan jenis penggunaan lahan terbagi delapan jenis, untuk kebutuhan pertanian, pemukiman dan tanah terbuka. Ordo Entisol dan Inceptisol pada kelima jenis penggunaan lahan seperti sawah, semak belukar, padang rumput, tegalan, kecuali ordo Okisol pada tanah terbuka menunjukkan kualitas tanah rendah. Inceptisol hutan sekunder dan primer serta Entisol pemukiman mempunyai kualitas tanah sedang. Hal ini disebabkan ordo Entisol dan Inceptisol merupakan tanah belum berkembang dan banyak dijumpai pada tanah dengan bahan induk beragam (Arabia, 2012). Distribusi kondisi kualitas tanah berdasarkan IKT pada beberapa penggunaan lahan, disajikan Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran nilai rerata IKT pada Beberapa Penggunaan Lahan

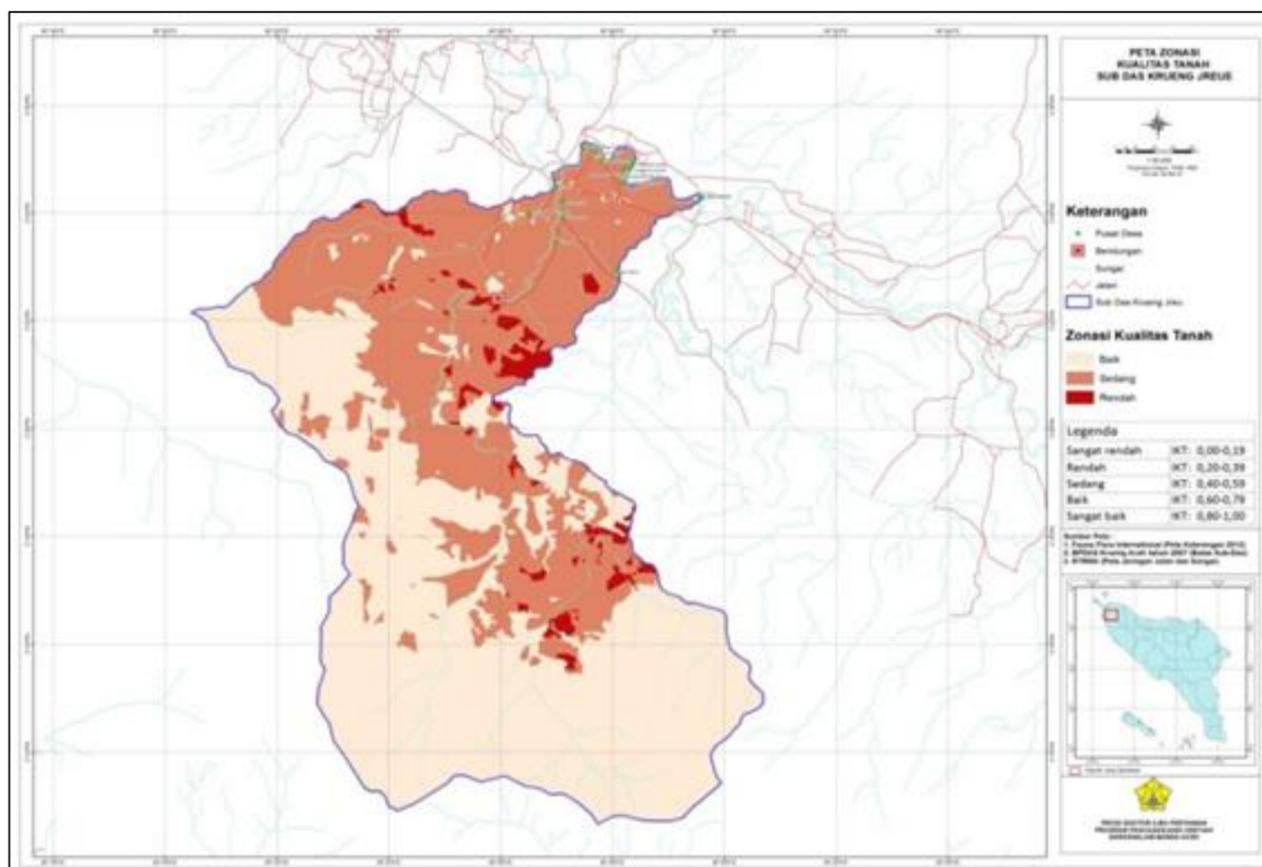
Hasil analisis IKT pada beberapa penggunaan lahan menunjukkan fluktuasi yang signifikan. IKT tertinggi terdapat pada pemukiman (0,66) dan hutan primer (0,62), dan terendah pada padang rumput dan tanah terbuka, dengan nilai 0,48 dan 0,49. Keterbukaan lahan pada tanah terbuka dan padang rumput menyebabkan meningkatnya laju aliran permukaan, erosi tanah dan sedimentasi serta menurunnya tingkat

kesuburan tanah. Laju aliran permukaan disebabkan menurunnya kapasitas infiltrasi tanah dan kualitas vegetasi penutupan lahan yang kurang baik (Hendrayanto et al., 2001). Dampak paling signifikan, terjadinya degradasi tanah ditandai dengan memburuknya kualitas sifat tanah, sehingga tidak mampu menghasilkan produksi tanaman.

Kualitas tanah pada lahan hutan cukup baik dan perlu dipertahankan. Kualitas baik ini disebabkan hutan alam yang cukup lebat dengan hasil serasah banyak. Tanah mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi. Walaupun lahan pada hutan memiliki sumber bahan organik banyak, tetapi bahan organik yang disumbangkan ke dalam tanah tidak banyak, karena proses pelapukan bahan organik termasuk lambat. Bahan organik yang jatuh terkonsentrasi pada permukaan tanah membentuk lapisan serasah yang tebal, hal ini dipengaruhi oleh lingkungan mikro dalam hutan khususnya permukaan tanah, kanopi tanaman dan kurangnya cahaya matahari yang masuk mengakibatkan rendahnya aktivitas mikroba perombak dalam merombak bahan organik (Yulnafatmawita et al., 2008). Kualitas tanah hutan dianggap sebagai tanah yang memiliki kualitas yang paling tinggi karena minimnya gangguan manusia. Nuria et al. (2011), lahan hutan mempunyai kualitas tertinggi bila dibandingkan dengan padang rumput dan areal tanaman.

Peta Zonasi Kualitas Tanah Wilayah Penelitian

Kriteria kualitas tanah di wilayah penelitian yang dominan berturut-turut, yaitu zona kelas baik (IKT = 0,60-0,79), sedang (IKT = 0,40-0,59), dan rendah (IKT = 0,20-0,39). Tiga zona kualitas tanah di wilayah penelitian, disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Zonasi Kualitas Tanah di Wilayah Penelitian

Upaya Mitigasi Bencana Hidrologis

1. Struktural

Secara struktural dapat dilakukan dengan pembangunan bendungan di bagian hulu dan embung di bagian hilir, perbaikan tanggul dan normalisasi sungai, terasering, dan sumur resapan.

2. Non Struktural

Meningkatkan diversifikasi vegetasi dan meminimalkan pengolahan tanah dengan penambahan bahan organik dari hasil panen (Primadani *et al.*, 2010), meningkatkan jumlah residu organik berupa serasah dari vegetasi dengan jenis yang bervariasi. Pengapuran dan penggunaan bahan pembenah tanah (Rajiman, 2014), menggunakan legum, dan melakukan pergiliran tanaman, agroforestri, penanaman dengan tanaman penyubur tanah, kompos dan kotoran ternak (Suariadi & Nazam, 2005). Penerapan usahatani konservasi terpadu pada lahan berlereng dan menyesuaikan kontur (Sudaryono, 2003), mengikuti strip. Penggunaan lahan disesuaikan dengan kapasitas daya dukung lahan. Membuat pola budidaya dengan memadukan tanaman strata tinggi dengan strata menengah dan tanaman strata rendah (Soewardita, 2013).

KESIMPULAN

Terdapat tiga tahapan analisis kualitas tanah: (1) Analisis sifat-sifat tanah yang menjadi indikator tanah pada wilayah penelitian; (2) analisis indeks kualitas tanah berdasarkan kriteria Mausbach & Seybold (1998); dan (3) analisis kualitas tanah berdasarkan nilai indeks kualitas tanah. Kualitas tanah terdiri dari katagori baik dan sedang. Jenis penggunaan lahan berkualitas baik, pemukiman, hutan sekunder dan hutan primer, dengan nilai 0,66; 0,62 dan 0,61. Sedangkan padang rumput, tanah terbuka, sawah, tegalan, dan semak belukar berkualitas sedang, dengan nilai 0,48; 0,49; 0,52; 0,54 dan 0,54.

SARAN

- (1) Tanah perlu dimasukkan dalam kajian mutu lingkungan dan perlu disusun suatu Undang-undang yang mengatur mutu tanah untuk berbagai fungsi atau peruntukannya atau baku mutu tanah.
- (2) Analisis IKT menggunakan metode Mausbach & Seybold (1998) perlu dibandingkan dengan metode lain, sebagai pembandingan apakah hasil dari penentuan masing-masing metode terjadi perbedaan atau tidak.

(3) Secara struktural dapat dilakukan dengan pembangunan bendungan di hulu dan embung di hilir, perbaikan tanggul dan normalisasi sungai, terasering, dan sumur resapan. Secara non struktural dilakukan dengan kegiatan reboisasi, penghijauan,

penambahan pupuk dan pestisida organik, pergiliran tanaman, mulsa dan pupuk hijau, agroforestri dan pemanfaatan bantaran sungai dengan memanfaatkan tanaman legum.

DAFTAR PUSTAKA

- Arabia, T., Karim, A., Manfarizah. 2012. *Klasifikasi dan Pengelolaan Tanah*. Syiah Kuala University Press. ISBN 978-602-7592-01-8. Darussalam- Banda Aceh.
- Arshad, M. A., Lowery, B., Grossman, B. 1996. *Physical Tests for Monitoring Soil Quality*. In: Doran, J. W., Jones, A. J., Editors. *Methods for assessing soil quality*. Madison, WI. P. 123-141.
- Buckman, H. O., Brady, N. C. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. Maxwell Macmillan International, New York. 621 p.
- Cambardella, C. A. & Elliott, E. T. 1992. *Particulate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 77-83.
- Dong, C. Y., Yan, W. H., Min, Z. j., Lu, X., Shu, Z. B., Chun, Z. Y., Qin, C. X. 2013. *Minimum data set for assessing soil quality in Farmland of Northeast China*. *Pedosphere* 23(5): 564-576.
- Foth, H. D. 1990. *Fundamentals of Soil Science*. 8th Ed. John Wiley & Sons. New York. 384 p.
- Hendrayanto., Rusdiana, O., Arifjaya, N.M., Wasis. B. 2001. Respon Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) Berhutan Jati (*Tectona grandis*). Studi Kasus Di DAS Cijuray KPH Purwakarta Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 7 (2): 7-18.
- Isnin, M., Basri, H., Ramano. 2012. Nilai ekonomi ketersediaan hasil air dari Sub DAS Krueng Ireue Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, Vol. 1, No. 2, Desember 2012, hlm. 184-193. Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala (UNSYIAH). Banda Aceh.
- Mausbach, M. J., Seybold, C. A. 1998. *Assesment of Soil Quality*. In *Soil Quality and Agricultural Sustainability*. Ann Arbor Press. Chelsea, Michigan. Pp 33-34.
- Nugroho, A. P., Hadiani, R., Susilowati. 2013. Analisis kekeringan daerah aliran sungai Keduang dengan menggunakan metode Palmer. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*. 24-26 Oktober 2013. Universitas Sebelas Maret (UNS). Surakarta.
- Nuria, R., Jerome, M., Leonide, C., Christine, R., Gerard, H., Etienne, I., Patrick, L. 2011. IBWS: A syntetic index of soil quality based on soil macro-invertebrate community. *Soil Biology and Biochemistry*. Volume 43, Issue 10, October 2011, Pages 2032-2045.
- Partoyo. 2005. Analisis indeks kualitas tanah pertanian di lahan pasir pantai Samas Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian* Vol. 12, No. 2, 2005: 140 – 151. ISSN 0126-4214. Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Pembangunan Nasional (UPN) Veteran. Yogyakarta.
- Primadani, P., Utomo, S., Supriyadi. 2010. Pemetaan kualitas tanah pada beberapa penggunaan lahan di Kecamatan Jatipuro Kabupaten Karanganyar. *Sains Tanah- Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 7 (2) 2010. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret (UNS). Surakarta.
- Rahmanipour, F., Arzaioli, R., Bahrami, H.A., Fereidouni, Z. 2014. *Assesment of soil quality in agricultural lands of Qazvin Province, Iran*. *J. Ecological Indicator* 40 (2014) 19-26.
- Rajiman. 2014. Pengaruh bahan pembenah tanah di lahan pasir pantai terhadap kualitas tanah. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014*. Palembang 26-27 September 2014. ISBN:

- 979-587-529-9. Jurusan Penyuluhan Pertanian STPP Magelang. Yogyakarta.
- Satriawan, H. 2012. Perubahan kualitas tanah ultisol akibat penambahan berbagai sumber bahan organik. *Jurnal Lentera Vol. 12, No. 3*. Hlm.: 32-36. Universitas Almuslim (UNIMUS). Bireuen- Aceh.
- Shahab, H., Emami, H., Haghnia, G. H., Karimi, A. 2013. Pore size distribution as a soil physical quality index for agriculture and pasture soil in Northeastern Iran. *Pedosphere* 23(3): 312-320, 2013.
- Soewandita, H. 2013. Kajian kesesuaian lahan untuk mitigasi bencana lahan di kawasan budidaya. Kasus kawasan budidaya di lereng Gunung Sindoro-Sumbing Kabupaten Wonosobo dan Temanggung. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol. 15, No. 1*, April 2013. Hlm 17-23. Pusat Teknologi Sumberdaya Lahan Wilayah dan Mitigasi Bencana-BPPT. Jakarta.
- Sudaryono. 2002. Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) terpadu, konsep pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 3, No. 2, Mei 2002: 153-158. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan-BPPT. Jakarta.
- Suriadi, A., Nazam, M. 2005. *Penilaian kualitas tanah berdasarkan kandungan bahan organik (Kasus di Kabupaten Bima)*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Nusa Tenggara Barat. Mataram.
- Yulnafatmawita., Adrinal., Daulay, A. F. 2008. Pengaruh pemberian beberapa bahan organik terhadap stabilitas agregat tanah Ultisol Limau Manis. *J. Solum* Vol. V (1): 7-13. Fakultas Pertanian, Universitas Andalas (UNAND). Padang.