



foto: World Agroforestry Centre (ICRAF)/Tim STI

Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air dan Sedimen Sederhana

Pendahuluan

Tiga fungsi hidrologi utama dari Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu untuk menjaga kualitas air, menjaga kuantitas air dan menjaga kestabilan tanah. Menurunnya kondisi DAS akan menyebabkan terganggunya fungsi DAS. Sebagai contoh pembukaan hutan di daerah hulu akan menyebabkan meningkatnya aliran air permukaan serta tingkat erosi tanah. Sebagai akibatnya material tanah akan lebih mudah terbawa masuk kedalam sungai sehingga menyebabkan air sungai menjadi keruh.

Partikel tanah yang ada di dalam sungai/danau/waduk dan merupakan hasil erosi yang terbawa oleh aliran air disebut **sedimen**. Sedangkan **sedimentasi** adalah proses pengendapan partikel tanah tersebut. Banyaknya sedimen dapat didekati melalui pengukuran konsentrasi sedimen dan debit sedimen.

Konsentrasi sedimen didefinisikan sebagai banyaknya partikel tanah per liter air (satuan: ml/liter), sedangkan **debit sedimen** adalah banyaknya sedimen yang melalui

suatu penampang melintang sungai dalam satuan waktu (satuan: kg/detik).

Konsentrasi sedimen di sungai erat kaitannya dengan tingkat kekeruhan air. Semakin keruh air sungai, maka semakin banyak sedimen yang melayang yang ada di dalam air. Oleh karena itu tingkat kekeruhan air dapat menjadi salah satu indikator banyaknya sedimen. Tingkat kekeruhan air dapat diukur menggunakan alat sederhana yang disebut **secchi-disk**.

Pengukuran konsentrasi sedimen dan tingkat kekeruhan dapat dilakukan menggunakan metode dan peralatan sederhana dengan melibatkan masyarakat. Walaupun hasil yang diperoleh melalui metode sederhana ini tidak seakurat jika menggunakan peralatan dengan teknologi canggih, namun hasil yang diperoleh cukup mendekati hasil pengukuran dengan peralatan yang canggih, sehingga metode pengukuran sederhana masih dapat digunakan sebagai metode pemantauan tingkat kekeruhan air dan sedimen di suatu wilayah.

Prosedur Pengukuran tingkat kekeruhan air dan sedimen

Pengukuran tingkat kekeruhan dan sedimen sebaiknya dilakukan secara paralel (bersamaan) di lokasi yang sama dengan pengukuran debit (sesaat), yaitu 3 kali pengukuran dalam setahun (2 kali di musim hujan dan 1 kali di musim kering). Satu kali pengukuran berlangsung selama lima hari berturut-turut dengan pengambilan sampel air dilakukan setiap jam.

1. Menentukan lokasi pengamatan/pengukuran debit dan tinggi muka air

Pemilihan lokasi akan menentukan akurasi hasil pengukuran. Kriteria pemilihan lokasi antara lain: tidak ada pusaran air, profil sungai rata (tak ada penghalang aliran sungai), arus sungai terpusat (tidak menyebar saat tinggi muka air naik), dan ada jembatan.

2. Mencatat tinggi muka air sungai (lihat Panduan Teknis Pengukuran Debit Sederhana)

3. Menghitung debit sesaat (lihat Panduan Teknis Pengukuran Debit Sederhana)

4. Mengambil sampel air

Pengambilan sampel air dari sungai dapat dilakukan menggunakan peralatan sederhana dengan alat dan bahan sebagai berikut:

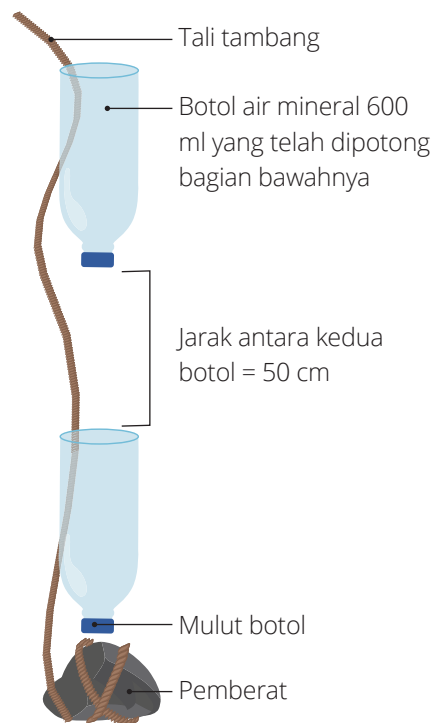
- 1 Botol bekas air mineral 600 ml sebanyak 2 buah
- 2 Tali tambang secukupnya untuk menimba sampel air dari atas jembatan
- 3 Kawat/tali secukupnya untuk mengikat botol air mineral ke tali tambang
- 4 Pemberat (pemberat yang digunakan hanya untuk memastikan agar botol dapat masuk ke dalam air sehingga air terisi)
- 5 Sarung tangan
- 6 Plastik ukuran 1 liter untuk menampung sampel air

Cara membuat alat untuk mengambil sampel air:

- 1 Potong bagian bawah botol air mineral kurang lebih 1 cm
- 2 Rekatkan botol air mineral ke tali tambang menggunakan tali atau kawat seperti pada gambar 1.
- 3 Beri pemberat pada bagian ujung bawah tali

Cara mengambil sampel air:

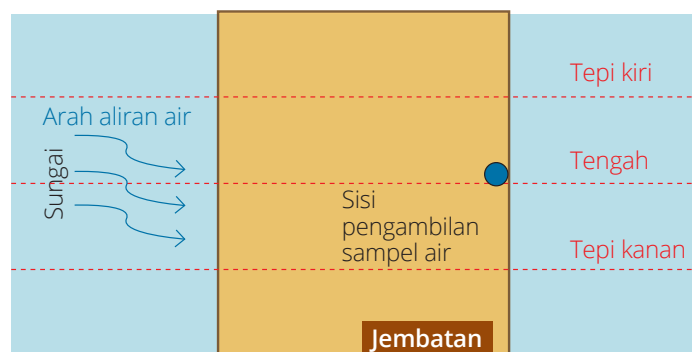
- 1 Siapkan plastik yang digunakan untuk menyimpan sampel air, beri kode yang terdiri dari tanggal, kode



Gambar 1. Ilustrasi alat untuk mengambil sampel air

nama lokasi, titik pengambilan (kiri, kanan atau tengah), botol atas/bawah, waktu pengambilan sampel air

- 2 Di masing-masing titik lokasi pengukuran debit sesaat, ambil sampel air dengan menggunakan alat yang telah dibuat
- 3 Pengambilan sampel air dilakukan dari atas jembatan pada sisi yang searah dengan aliran air sehingga bagian botol yang terbuka akan berlawanan dengan arus air (Gambar 2).
- 4 Setelah botol terisi penuh, angkat dari air kemudian masukan sampel air dalam plastik yang telah diberi kode melalui mulut botol.



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel air pada bagian tengah, tepi kiri dan tepi kanan di sisi jembatan yang searah dengan aliran air



Gambar 3. Cara pengambilan sampel air kemudian dimasukkan ke dalam plastik (kiri), sampel air yang sudah diambil dan sudah diberi kode (kanan)

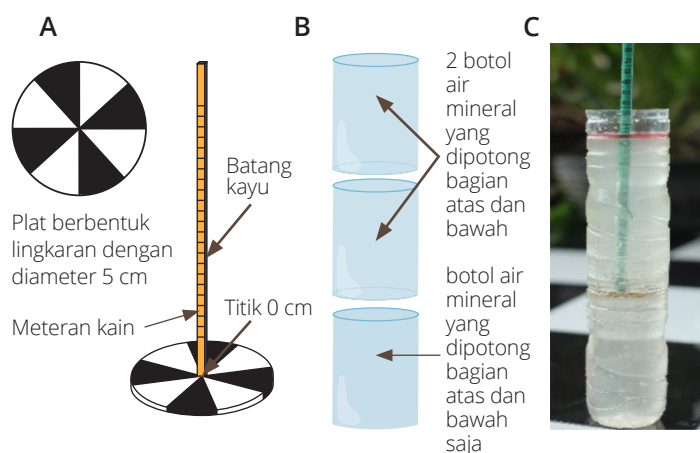
5. Mengukur tingkat kekeruhan air

Tingkat kekeruhan air dapat diukur menggunakan alat sederhana yang disebut secchi-disk. Berikut merupakan bahan dan peralatan untuk membuat secchi-disk:

- 1 Plat/triplek/bahan yang tahan air
- 2 Batang kayu 60 cm
- 3 Meteran jahit 1 buah
- 4 Cat hitam dan putih secukupnya
- 5 Selatip bening
- 6 Botol air mineral bekas 600 ml 3 buah
- 7 Lem plastik secukupnya

Cara membuat secchi-disk:

- 1 Potong plat/triplek/bahan tahan air berbentuk lingkaran dengan diameter 5 cm
- 2 Warnai lingkaran hitam dan putih seperti pada gambar 4A
- 3 Pasang batang kayu pada bagian pusat lingkaran yang berwarna hitam dan putih
- 4 Pasang meteran kain pada batang kayu dengan titik 0 cm pada pangkal bawah secchi-disk



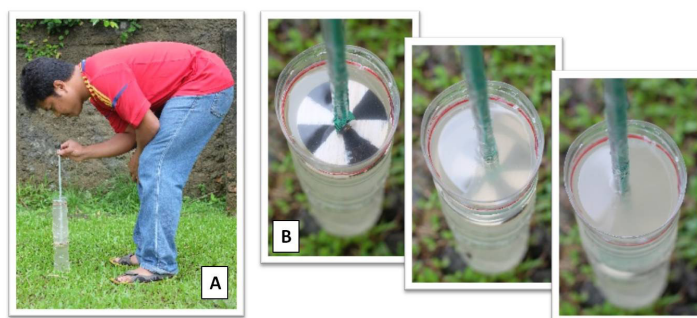
Gambar 4. Ilustrasi cara pembuatan secchi-disk dan tabung pengukuran (kiri) dan secchi-disk yang sudah jadi (kanan)

- 5 Lilit batang kayu yang telah ditempel meteran kain dengan selatip bening agar tahan lama
- 6 Siapkan 3 buah botol air mineral bekas 600 ml
- 7 Potong bagian atas dan bawah 2 buah botol air mineral bekas, sedangkan 1 botol yang sisanya hanya dipotong bagian atas saja (Gambar 4B)
- 8 Rekatkan ketiga botol air mineral yang telah di potong dengan lem plastik seperti Gambar 4C.

Cara mengukur tingkat kekeruhan air dengan menggunakan secchi-disk:

- 1 Ambil sampel air yang akan di ukur kemudian tuang ke dalam tabung secchi-disk.
- 2 Kemudian masukan secchi-disk ke dalam tabung secara perlahan sambil amati warna hitam dan putih dari plat lingkaran (pengamatan secchi-disk dilakukan dari atas, tidak dari samping tabung)
- 3 Terus masukan secchi-disk hingga warna hitam dan putih tidak terlihat
- 4 Catat angka yang tertera pada meteran secchi-disk yang menyentuh permukaan air pada saat warna hitam-putih tidak terlihat lagi pada Tabel Tinggi Muka Air dan Kedalaman Secchi-disk (Tabel 1) (Gambar 5)

6. Menyaring sedimen dari sampel air



Gambar 5. Cara pengamatan kekeruhan air menggunakan secchi-disk (A) dan cara mengukur tingkat kekeruhan air dengan menggunakan secchi-disk (B)

Setelah sampel air diambil, langkah selanjutnya adalah menyaring sampel air tersebut untuk memisahkan antara air dan sedimen. Alat dan bahan yang diperlukan antara lain:

- 1 Kertas saring ukuran 15 cm x 15 cm
- 2 Corong/saringan teh
- 3 Gelas ukur plastik 500 ml
- 4 Gelas/wadah plastik
- 5 Pensil
- 6 Timbangan dengan akurasi hingga 0.01 gr

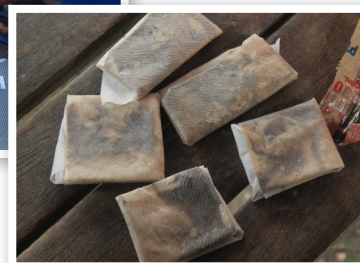
Tabel 1. Tabel pengamatan tinggi muka air dan kedalaman Secchi-disk

Tanggal pengamatan :
 Lokasi Pengamatan :
 Nama Pengamat : 1. 2. 3.

Waktu Pengamatan	Tinggi muka air (cm)	Kedalaman secchi-disk (cm)		
		Tepi kiri	Tengah	Tepi kanan

Cara menyaring sampel air:

- 1 Siapkan kertas saring ukuran 15 x 15 cm
- 2 Timbang kertas saring tersebut kemudian tulis menggunakan pensil diatas kertas saring tersebut
- 3 Tulis lokasi pengukuran, tanggal, waktu, titik pengambilan sampel air, botol atas/bawah diatas kertas saring tersebut dengan menggunakan pensil
- 4 Siapkan sampel air yang akan disaring
- 5 Kocok sampel air supaya sedimen tercampur
- 6 Tuangkan ke dalam gelas ukur hingga 500 ml
- 7 Letakan corong/saringan teh diatas wadah/gelas plastik, kemudian letakan kertas saring diatas corong/saringan teh dengan sisi yang terdapat tulisan menghadap ke bawah
- 8 Aduk sampel air dalam gelas ukur, kemudian tuang secara perlahan diatas kertas saring
- 9 Ulangi langkah 8 hingga air habis dan pastikan tidak ada sisa sedimen yang tertinggal di dalam gelas ukur
- 10 Lipat kertas saring yang telah berisi tanah, usahakan tulisan kode terlihat
- 11 Keringkan kertas saring yang berisi sedimen tersebut hingga benar-benar kering
- 12 Setelah kering, timbang kertas saring yang berisi sedimen
- 13 Selisih antara kertas saring sebelum dan sesudah digunakan merupakan berat dari sedimen



Gambar 6. Proses penyaringan sampel air (kiri), sedimen yang sudah disaring menggunakan kertas saring

- 14 Catat berat sedimen dalam Tabel Pengukuran Konsentrasi Sedimen (Tabel 2)

7. Menghitung debit sedimen

Berdasarkan langkah sebelumnya, berat sedimen yang dihitung merupakan konsentrasi sedimen (banyaknya sedimen per 500 ml air sungai). Konsentrasi sedimen ini selanjutnya dikonversi menjadi laju sedimen menggunakan Tabel Perhitungan Debit Sedimen (Tabel 3). Data tabel perhitungan debit sedimen berasal dari semua pengukuran debit dan konsentrasi sedimen pada musim hujan dan kering.

Tabel 2. Tabel pengukuran konsentrasi sedimen

Tanggal pengamatan :
 Lokasi Pengamatan :
 Nama Pengamat : 1. 2. 3.

Waktu Pengamatan	Tinggi muka air (cm)	Botol atas/bawah	Berat (gr)								
			Tepi kanan			Tengah			Tepi kiri		
			A	B	B - A	A	B	B - A	A	B	B - A

Keterangan: A = berat kertas saring awal, B = Berat kertas saring yang berisi sedimen

Tabel 3. Tabel perhitungan debit sedimen

Tanggal pengamatan	Waktu pengamatan	Tinggi muka air (m)	Debit sungai (m ³ /detik)	Rata-rata konsentrasi sedimen ¹⁾ (gr/500 ml)	Rata-rata konsentrasi sedimen ²⁾ (mg/liter)	Debit sedimen ³⁾ (kg/detik)

Keterangan:

- 1) Rata-rata konsentrasi sedimen (gr/500 ml) = rata-rata konsentrasi sedimen dari tepi kiri, tepi kanan, tengah, botol atas dan botol bawah dari Tabel Pengukuran Sedimen
- 2) Rata-rata konsentrasi sedimen (mg/liter) = rata-rata konsentrasi sedimen (gr/500 ml) * 1000 * 2
- 3) Debit sedimen (kg/detik) = Rata-rata konsentrasi sedimen (mg/liter) * debit (m³/detik)/1000

8. Membuat kurva lengkung (rating curve) debit sedimen

Setelah debit sedimen (kg/detik) diperoleh, maka dapat diketahui hubungan antara debit air dengan debit sedimen. Hal ini akan mempermudah dalam melakukan pemantauan terhadap debit sedimen berdasarkan debit harian yang diperoleh. Hubungan antara debit dan debit sedimen dibuat menggunakan fasilitas *Insert/Scatter* pada *Microsoft Excel*.

9. Membuat kurva hubungan antara tingkat kekeruhan dengan konsentrasi sedimen

Hasil pengukuran kekeruhan air dan konsentrasi sedimen dapat ditampilkan dalam bentuk kurva, untuk membantu pemantauan konsentrasi sedimen berdasarkan tingkat kekeruhan air. Hasil pengamatan dari kurva ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengetahui seberapa banyak tanah yang terbawa oleh aliran air berdasarkan tingkat kekeruhan air sungai. Dengan melakukan pemantauan banyaknya tanah yang terbawa air secara berkala, masyarakat dapat memantau tingkat erosi/longsor bantaran sungai di daerah hulu tanpa harus melakukan pengukuran di lokasi tersebut.

Contoh Kasus

Pada periode Oktober 2015 sampai Juni 2016, program Smart-Tree Invest yang dijalankan oleh World Agroforestry Centre (ICRAF) melakukan kegiatan penelitian hidrologi yang terdiri dari pemantauan tinggi muka air, pengukuran debit, pengukuran tingkat kekeruhan air dan konsentrasi sedimen di DAS Buol, Kabupaten Buol, Sulawesi Tengah. Kegiatan penelitian hidrologi ini melibatkan masyarakat untuk membantu pengumpulan data hidrologi dan curah hujan. Kegiatan penelitian hidrologi di DAS Buol dilakukan untuk menyediakan data-data iklim dan hidrologi yang dapat digunakan untuk menilai kondisi DAS Buol serta menjadi bahan masukan untuk perencanaan pengelolaan DAS yang lebih baik.

Terdapat 2 lokasi pengukuran hidrologi utama yaitu di Desa Lomuli di Kecamatan Tilolan untuk memperoleh data daerah hulu DAS Buol dan Desa Goamunial di Kecamatan Momunu untuk data daerah hilir. Di Desa Lomuli, sungai Buol memiliki lebar sekitar 80 meter dengan lokasi pemantauan tinggi muka air berada di bawah Jembatan Jepang (sebutan masyarakat setempat). Saat musim kemarau pada bulan Oktober 2015, dilakukan pembuatan profil sungai sebagai dasar untuk perhitungan debit. Pengukuran kecepatan aliran, pengukuran debit sesaat, pengukuran tingkat kekeruhan air dan konsentrasi sedimen dilakukan pada bulan Oktober 2015, Januari dan Februari 2016.

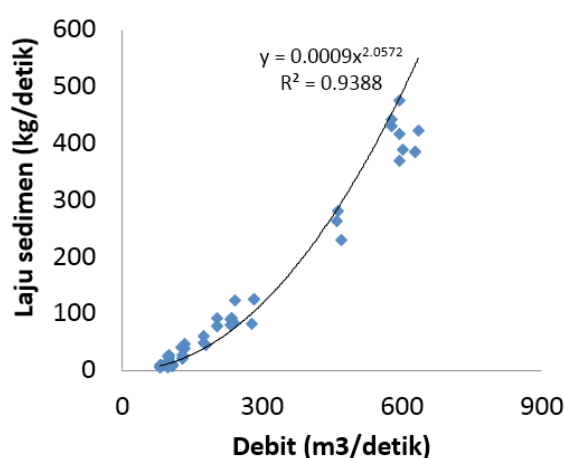
Hasil pengamatan tinggi muka air dan pengukuran debit dapat dilihat pada Panduan Teknis Pengukuran Debit Sederhana. Tabel 4 merupakan contoh hasil pengukuran konsentrasi sedimen dan kedalaman secchi-disk Sungai Buol di Desa Lomuli serta perhitungan konsentrasi sedimen pada tanggal 21 Januari 2015.

Berdasarkan data pada tabel perhitungan debit sedimen dan kedalaman secchi-disk (Tabel 4), dapat dibuat grafik hubungan antara debit air (kolom 4) dan debit sedimen (kolom 8) (Gambar 7). Grafik tersebut dapat digunakan untuk membantu memantau debit sedimen harian berdasarkan data debit harian yang telah diperoleh.

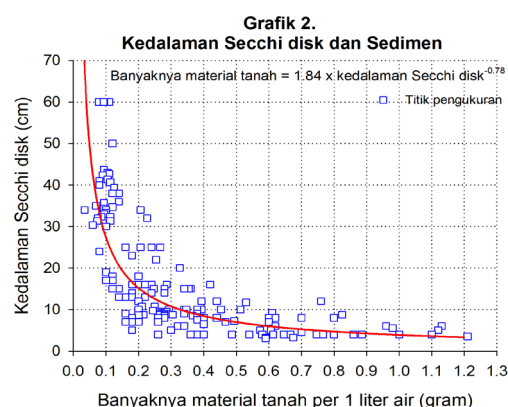
Selain itu berdasarkan data pada Tabel 4, dapat pula dibuat grafik hubungan antara konsentrasi sedimen (kolom 6) dan kedalaman secchi-disk (kolom 9) (Gambar 8). Grafik tersebut dapat digunakan untuk memantau konsentrasi sedimen berdasarkan tingkat kekeruhan air yang diukur dengan menggunakan secchi-disk. Agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat grafik tersebut perlu dikonversi menjadi tabel bacaan yang lebih mudah dibaca (Tabel 5). Melalui tabel tersebut, masyarakat dapat memantau tingkat erosi dan longsor di bantaran sungai yang terjadi di daerah hulu berdasarkan tingkat kekeruhan air sungai.

Tabel 4. Tabel contoh hasil perhitungan debit sedimen dan kedalaman secchi-disk di Lomuli

1	2	3	4	5			6	7	8	9
Tanggal Pengamatan	Waktu Pengamatan	Tinggi muka air (m)	Debit (m3/s)	Konsentrasi sedimen di masing-masing titik pengukuran (gr/500 ml)			Rata-rata konsentrasi sedimen (gr/500 ml)	Rata-rata konsentrasi sedimen (mg/liter)	Debit Sedimen (kg/detik)	Kedalaman Secchi-disk (cm)
				Tepi kanan	Tengah	Tepi kiri				
21-Jan-15	7:00	3.53	595.5	0.35	0.43	0.42	0.40	800.0	476.4	8
21-Jan-15	8:00	3.53	595.5	0.41	0.23	0.41	0.35	700.0	416.9	8
21-Jan-15	9:00	3.53	595.5	0.27	0.4	0.26	0.31	620.0	369.2	6
21-Jan-15	10:00	3.58	600.8	0.3	0.39	0.28	0.32	646.7	388.5	4
21-Jan-15	11:00	3.43	577.1	0.32	0.52	0.28	0.37	746.7	430.9	4
21-Jan-15	12:00	3.43	577.1	0.14	0.69	0.32	0.38	766.7	442.5	4
21-Jan-15	13:00	3.43	635.3	0.26	0.5	0.24	0.33	666.7	423.6	4
21-Jan-15	14:00	3.39	628.4	0.32	0.34	0.26	0.31	613.3	385.4	4
21-Jan-15	15:00	3.39	628.4	0.23	0.42	0.27	0.31	613.3	385.4	4
21-Jan-15	16:00	3.19	470.6	0.28	0.22	0.23	0.24	486.7	229.0	4
21-Jan-15	17:00	3.13	462.3	0.23	0.51	0.17	0.30	606.7	280.5	5
21-Jan-15	18:00	3.11	459.6	0.24	0.37	0.25	0.29	573.3	263.5	5



Gambar 7. Kurva lengkung debit sedimen berdasarkan hasil pengukuran 19-23 Januari 2016



Gambar 8. Grafik hubungan tingkat kekeruhan air (dengan secchi-disk) dengan konsentrasi sedimen (banyaknya material tanah per liter air) berdasarkan hasil pengukuran tanggal 19-23 Januari 2016 di desa Lomuli, Goamunial, Air Terang dan Kokobuka.

Tabel 5. Tabel bacaan interpretasi grafik hubungan antara tingkat kekeruhan (dengan secchi-disk) dan konsentrasi sedimen yang bisa diberikan kepada masyarakat

Kedalaman secchi-disk (cm)	Banyaknya tanah dalam 1 liter air (gram)	Kedalaman secchi-disk (cm)	Banyaknya tanah dalam 1 liter air (gram)	Kedalaman secchi-disk (cm)	Banyaknya tanah dalam 1 liter air (gram)	Kedalaman secchi-disk (cm)	Banyaknya tanah dalam 1 liter air (gram)	Kedalaman secchi-disk (cm)	Banyaknya tanah dalam 1 liter air (gram)	Kedalaman secchi-disk (cm)	Banyaknya tanah dalam 1 liter air (gram)
1	1.84	11	0.28	21	0.17	31	0.12	41	0.10	51	0.08
2	1.07	12	0.26	22	0.16	32	0.12	42	0.10	52	0.08
3	0.78	13	0.25	23	0.16	33	0.12	43	0.10	53	0.08
4	0.62	14	0.23	24	0.15	34	0.12	44	0.09	54	0.08
5	0.52	15	0.22	25	0.15	35	0.11	45	0.09	55	0.08
6	0.45	16	0.21	26	0.14	36	0.11	46	0.09	56	0.08
7	0.40	17	0.20	27	0.14	37	0.11	47	0.09	57	0.08
8	0.36	18	0.19	28	0.13	38	0.11	48	0.09	58	0.08
9	0.33	19	0.18	29	0.13	39	0.10	49	0.09	59	0.08
10	0.30	20	0.18	30	0.13	40	0.10	50	0.09	60	0.07

Petunjuk Teknis

Penulis Lisa Tanika | Editor Sacha Amaruzaman | Tata Letak Riky M Hilmansyah

Informasi lebih lanjut: Lisa Tanika (l.tanika@cgiar.org)



World Agroforestry Centre (ICRAF)

Southeast Asia Regional Program
 Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16115
 PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
 Tel: +62 251 8625415; Fax: +62 251 8625416
www.worldagroforestry.org/region/southeast-asia
blog.worldagroforestry.org

ICRAF Buol Sulawesi Tengah

Jl. Syarif Mansur No. 42, RT-01/RW-01
 Leok II, Kecamatan Biau, Kabupaten Buol
 94563, Sulawesi Tengah
 Phone: +62 8111 9762 66