



Pengelolaan DAS Mikro: *Best Practice* Penanganan Potensi Konflik Akibat Semburan Gas di Lahan Pertanian Desa Nglobo, Kabupaten Blora, Jawa Tengah

***Ignatius Sriyana¹, Sri Sangkawati Sachro¹, Melfina Roselyn¹, Florentina Kusmiyati²,
Bimastyaji Surya Ramadan³**

¹ Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

²Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

³Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

*sriyana@lecturer.undip.ac.id

Received: 28 November 2023 Revised: 22 Juli 2024 Accepted: 29 Juli 2024

Abstract

Gas emissions occurring in the agricultural land of Nglobo Village, Blora Regency, Indonesia, have led to land contamination, resulting in worsened of watershed health over time. The evidence is apparent in the water and soil quality exceeding water quality standard. Consequently, conflicts have arisen in the community due to failed harvests of rice and corn, impacting crops failed. The aim of this research is to restore the health of the contaminated watershed, addressing both agricultural land and water quality. The methodology in this research involves a micro watershed management approach, which includes discussion activities with the community and other parties, remediation efforts, field schools and monitoring and evaluation. The study findings suggest that the addition of organic fertilizers to restore soil fertility, particularly enhancing soil organic carbon, is crucial. This is achieved by applying 29.58 tons/ha to 30.14 tons/ha of fertilizer on the affected land. Post-remediation water quality shows values below the threshold, indicating the health of the Nglobo river basin. The results of the planting test evaluation showed that rice and corn were in good condition, as evidenced by the absence of crop failure, and the fertility of agricultural land could be restored. Micro watershed management approach, of measurable, with real action together with the affected communities and related parties, can resolve social conflicts that occur due to pollution of community agricultural land.

Keywords: Conflict handling, gas flow, land contamination, micro watershed management

Abstrak

Semburan gas di lahan pertanian Desa Nglobo, Kabupaten Blora, Indonesia, menyebabkan kontaminasi lahan, sehingga kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS) mengalami penurunan. Penurunan kesehatan DAS terlihat pada air dan tanah yang melebihi baku mutu Hal ini menyebabkan terjadinya konflik di masyarakat karena produktivitas tanaman padi dan jagung mengalami gagal panen. Penelitian ini bertujuan mengembalikan kesehatan daerah aliran sungai yang terkontaminasi baik lahan pertanian dan kualitas air. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan pengelolaan DAS mikro yang meliputi kegiatan berdiskusi dengan masyarakat dan para pihak lainnya, usaha remediasi, sekolah lapangan dan monitoring evaluasi. Hasil kajian menunjukkan penambahan pupuk organik untuk mengembalikan kesuburan tanah terutama meningkatkan kandungan C-Organik sangat diperlukan yaitu dengan memberikan 29,58 ton/ha – 30,14 ton/ha pupuk pada lahan tersebut. Kualitas air setelah remediasi menunjukkan nilai di bawah ambang batas. Hasil evaluasi uji tanam menunjukkan padi dan jagung dalam kondisi baik, dibuktikan dengan tidak terjadinya kegagalan panen, kondisi kesuburan lahan pertanian dapat pulih kembali. Pendekatan pengelolaan DAS mikro, yang terukur, dengan aksi nyata bersama masyarakat terkena dampak dan para pihak yang terkait, dapat menyelesaikan konflik sosial yang terjadi akibat pencemaran pada lahan pertanian masyarakat.

Kata kunci: Penanganan konflik, semburan gas, lahan terkontaminasi, pengelolaan DAS mikro

Pendahuluan

Air sebagai salah satu unsur terpenting dalam kehidupan (Ahn & Kim, 2017; Campos-Delgado *et al.*, 2023; Darghouth *et al.*, 2008) diantaranya untuk memenuhi kebutuhan air minum, industri, termasuk kebutuhan irigasi pertanian. Keberhasilan produksi pertanian dipengaruhi oleh ketersediaan air baik secara kuantitas maupun kualitas (Sriyana, 2019; Swami & Kulkarni, 2011). Kegiatan eksploitasi sumber daya alam seperti gas alam dan minyak bumi juga memberikan dampak pada wilayah di sekitarnya. Dampak tersebut telah dialami oleh masyarakat Desa Nglobo akibat adanya semburan gas yang muncul pada lahan pertanian di Desa Nglobo. Lahan pertanian milik masyarakat (daerah yang terdampak) diindikasikan mengalami kontaminasi dari limbah dari kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi (berbagai senyawa hidrokarbon). Maka perlu dilakukan upaya agar lahan terdampak (lahan pertanian) milik masyarakat dapat dikembalikan lagi fungsinya (dengan bioremediasi). Bioremediasi berfungsi untuk mendegradasi polutan-polutan berbahaya dengan memanfaatkan kemampuan alami mikroorganisme dalam memineralisasi polutan tersebut (Agarry, 2018). Terdapat beberapa teknologi yang dimanfaatkan untuk bioremediasi. Greenwood *et al.*, (2008) dalam Shahimin & Siddique, (2017) meningkatkan performa bioremediasi dengan penambahan nutrisi dan mikroorganisme yang telah diperkuat. Nutrien diperoleh dari pupuk organik yang dapat memperkuat densitas dan aktifitas mikroorganisme indigenes sehingga meningkatkan proses biodegradasi senyawa petroleum hydrocarbon (Agarry, 2018).

Dampak pencemaran tersebut tidak hanya terjadi pada lahan pertanian tetapi juga pada kualitas air irigasi, sehingga kondisi wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) daya dukungnya mengalami degradasi (kondisi DAS tidak sehat). Kondisi DAS yang sehat didefinisikan sebagai daerah aliran sungai yang memiliki kemampuan untuk menyediakan kebutuhan semua ekosistem, termasuk kebutuhan pertanian baik secara kuantitas maupun kualitas (EPA, 2011; Heal, 2019; Sriyana, 2018). Untuk mempertahankan kondisi DAS agar tetap sehat dan konflik dengan masyarakat dapat diselesaikan, maka perlu pendekatan yang bersifat partisipatif antara pemerintah dengan masyarakat berikut dengan para pihak yang terkait, dengan hasil yang terukur sebelum dan setelah melaksanakan kegiatan. Hal ini bertujuan untuk menunjukkan upaya-upaya pemerintah dapat menyelesaikan masalah yang terjadi. Berkaitan dengan hal tersebut, maka pendekatan pengelolaan DAS Mikro menjadi salah satu alternatif yang terbaik untuk menyelesaikan masalah tersebut.

DAS Mikro (kurang lebih luas wilayah 100 ha) sebagai unit manajemen yang bersifat partisipatif menjadi instrumen yang cukup kuat untuk mengkoordinasi dan mengontrol masyarakat desa agar merasa satu keluarga, sebagai rumah bersama sehingga konflik dengan masyarakat dapat dihindari. Berbagai best practice penggunaan metode ini telah sukses diterapkan di berbagai wilayah (Jones *et al.*, 2002; Legesse *et al.*, 2018; Narmada *et al.*, 2015).

Tujuan kajian dengan pendekatan DAS mikro adalah agar hasil atau keluarannya, dapat terukur untuk mengembalikan kesehatan daerah aliran sungai (wilayah terdampak) dengan memenuhi baku mutu kualitas air, pengembalian kesuburan lahan pertanian, dan menyelesaikan konflik dengan masyarakat.

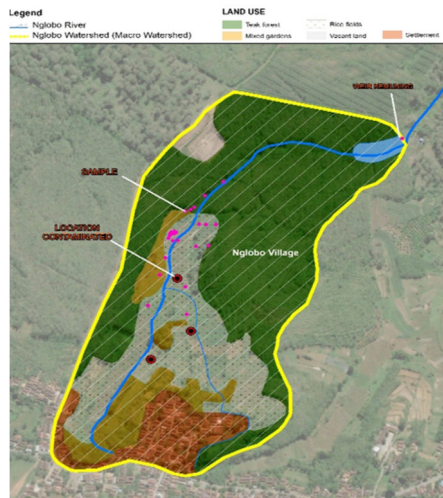
Metode

Pendekatan metode penelitian, berbasis Pengelolaan DAS Mikro, sebagai unit management, berorientasi secara komprehensif dengan memperhitungkan semua ekosistem terhadap kesehatan manusia, ekologi DAS secara spesifik. Selain itu juga akan melibatkan para pihak (*stakeholders*) dalam proses identifikasi masalah, koordinasi dan integrasi dalam penanganan masalah, monitoring dan evaluasi program yang telah dilaksanakan, sehingga merupakan upaya dalam menemukan langkah yang tepat untuk menghindari konflik dengan masyarakat akibat adanya semburan gas alam liar yang terjadi di wilayah penelitian (Sriyana, 2018).

Kegiatan yang dilakukan meliputi; (1) kegiatan pengembalian kesuburan tanah pada lahan pertanian dengan bioremediasi, (2) pelaksanaan sekolah pertanian bersama masyarakat, (3) uji tanam padi dan jagung di lahan pertanian untuk membuktikan kesuburan tanah lahan pertanian sudah pulih atau belum, (4) pembuatan bendung sebagai tampungan air untuk memenuhi kebutuhan air pertanian dan (5) evaluasi dan monitoring secara integrasi dan berkala pada titik kontrol (di bendung) sebagai pembuktian kondisi kesehatan DAS di wilayah terdampak (Desa Nglobo) tersebut.

Secara administrasi, lokasi penelitian terletak di Desa Nglobo, Kecamatan Jiken, Kabupaten Blora, Indonesia, secara geografis terletak di koordinat 7°2'28.27"S - 111°29'53.12"E dan 7°2'3.61"S - 111°30'14.55"E. Wilayah ini berupa lahan persawahan, hutan jati dan permukiman dengan luas DAS Nglobo sebesar 34,45 ha (kurang dari 100 ha), dengan panjang sungai 1,2 km. Karakteristik wilayah penelitian berupa hutan jati 19,38 ha, kebun campur 3,27 ha, pemukiman 3,32 ha, sawah 7.76 ha,

tanah kosong 0,72 ha. Peta tata guna lahan DAS Nglobo (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Tata guna lahan DAS Nglobo.

Metode pengambilan sampel tanah, dengan metode *grab sampling* di lahan pertanian yang sudah terkontaminasi, sebanyak 27 (dua puluh tujuh) sampel, dengan titik kontrol di bendung. Pelaksanaan penelitian bersifat partisipatif yang melibatkan semua pemangku kepentingan, yaitu pemerintah, pihak swasta, petani, lembaga swadaya masyarakat dan perguruan tinggi baik dalam melaksanakan identifikasi kondisi lahan pada saat pengambilan sampel maupun cara penanganan lahan yang terkontaminasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan hasil pengujian kualitas air pada titik-titik sampel, pengujian unsur hara pada lahan pertanian sebelum dan setelah remediasi serta analisis dari kegiatan uji tanam dan dibuktikan secara ilmiah. Hasil penelitian tersebut kemudian dibahas secara mendalam dengan membandingkan hasil uji laboratorium dengan baku mutu yang terkait, baik sebelum dan setelah dilaksanakan uji laboratorium, hasil persepsi masyarakat yang terkena dampak, dan selanjutnya dilaksanakan evaluasi bersama, baik dengan masyarakat maupun dengan para pihak terkait berbasis DAS mikro.

Hasil dan Pembahasan

Unsur hara di lahan pertanian

Hasil analisa unsur hara tanah dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah seperti Tabel 1 menunjukkan C-organik dan N tanah pada daerah terdampak rendah, sedangkan tanah di luar daerah terdampak rendah sampai sangat rendah. Kandungan P-tersedia tanah di daerah terdampak digolongkan pada kriteria sedang sampai tinggi.

Tanah di luar daerah terdampak tergolong tinggi sampai sangat tinggi. Kandungan P2O5 tanah di daerah terdampak tergolong tinggi sampai sangat tinggi, sedangkan tanah di luar daerah terdampak tergolong sangat tinggi. Kandungan K2O tanah di daerah terdampak dan luar daerah terdampak tergolong sangat tinggi. Kapasitas tukar kation (KTK) tanah di daerah terdampak tergolong rendah – sedang, sedangkan tanah di luar daerah terdampak tergolong rendah.

Kemasaman tanah (pH) di daerah terdampak dan luar daerah terdampak tergolong agak alkalis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas kesuburan tanah di dalam daerah terdampak hampir sama dengan tanah di luar daerah terdampak. C-organik dan N tanah pada daerah terdampak rendah, sedangkan tanah di luar daerah terdampak rendah sampai sangat rendah. Defisiensi unsur C dan N akan menyebabkan pH tanah cenderung alkalis dan kapasitas tukar kation rendah. Kemasaman tanah berperan besar pada ketersediaan unsur hara. Pada pH tanah netral (sekitar 7), unsur hara akan tersedia bagi tanaman tetapi apabila pH tanah alkalis dan masam maka ketersediaan unsur hara menurun. Kandungan P2O5 dan K2O tanah pada daerah terdampak dan luar daerah terdampak tergolong tinggi dan sangat tinggi, tetapi unsur-unsur hara tersebut tidak dapat diserap oleh tanaman karena pH tanah yang alkalis. Hal-hal tersebut menyebabkan tingkat kesuburan tanah di daerah terdampak dan luar daerah terdampak sebagai lahan pertanian tidak optimal atau kurang subur.

Peningkatan kesuburan tanah

Peningkatan kesuburan tanah pada daerah terdampak dan luar daerah terdampak dapat dilakukan dengan meningkatkan C-organik tanah melalui penambahan pupuk organik. Peningkatan C-organik tanah akan menurunkan pH tanah menjadi netral sehingga ketersediaan N meningkat dan dapat diserap oleh tanaman. Ketersediaan unsur hara makro lain seperti P2O5 dan K2O yang tinggi pada tanah diharapkan juga dapat diserap oleh tanaman apabila pH tanahnya netral/tidak alkalis. Semakin netral pH tanah dapat menurunkan ketersediaan boron, tembaga dan seng yang di atas baku mutu sehingga tidak meracuni tanaman.

Perhitungan peningkatan C-organik tanah dilakukan menurut Brooker Tropical Soil Manual (1984). C-organik tanah di daerah terdampak tergolong rendah, sedangkan di luar daerah terdampak tergolong sangat rendah – rendah. C-organik tanah di daerah terdampak dan luar daerah terdampak tersebut dapat ditingkatkan menjadi sedang (C-organik = 2 %) atau tinggi (C-organik =

3%). Hasil perhitungan rekomendasi penambahan pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada tanah di daerah terdampak, penambahan pupuk organik antara 8,89 ton/ha sampai 9,45 ton/ha (C-organik meningkat ke kriteria sedang) atau 29,58 ton/ha sampai 30,14 ton/ha (C-organik meningkat ke kriteria tinggi). Sedangkan pada tanah di luar daerah terdampak, penambahan pupuk organik antara 9,38 ton/ha sampai 10,79 ton/ha (C-organik meningkat ke kriteria sedang) atau 30,07 ton/ha sampai 31,48 ton/ha (C-organik meningkat ke kriteria tinggi).

Pupuk organik yang ditambahkan akan meningkatkan kualitas kesuburan tanah, antara lain

menurunkan pH tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara makro, menurunkan ketersediaan unsur hara mikro, meningkatkan kemampuan menahan air (water holding capacity), meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, memperbaiki sifat fisika dan biologi tanah. Pupuk organik yang ditambahkan dapat berupa pupuk kandang kotoran sapi/kambing/ayam atau kompos dari jerami padi atau limbah pertanian lainnya yang banyak terdapat di daerah tersebut.

Analisa pupuk organik meliputi C/N ratio, kandungan bahan organik, kadar air dan kandungan unsur N, P dan K perlu dilakukan supaya pupuk organik yang ditambahkan betul-betul dapat memperbaiki kualitas kesuburan tanah.

Tabel 1. Pengujian Unsur Hara di Lahan Pertanian terdampak

Parameter	pH H ₂ O	pH KCL	C-organik	N-Kjeldahl	P tersedia	P ₂ O ₅	K ₂ O	KTK
Metode	Elektrometri		Spektro fotometri	Titrimetri	Spektro fotometri	Spektro fotometri	Spektro fotometri	Titrimetri
T-78/V/2016	7,81	6,99	1,26	0,12	12,83	81,14	57,51	11,03
Tanah 01 (terdampak I, Nglobo)	agak alkalis		rendah	rendah	sedang	sangat tinggi	sangat tinggi	rendah
T-79/V/2016	8,00	6,98	1,42	0,16	16,57	77,59	51,78	9,08
Tanah 02 (terdampak II, Nglobo)	agak alkalis		rendah	rendah	tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	rendah
T-80/V/2016	8,11	7,01	1,28	0,12	16,25	56,31	56,26	17,47
Tanah 03 (terdampak III, Nglobo)	agak alkalis		rendah	rendah	tinggi	tinggi	sangat tinggi	sedang
T-81/V/2016	8,07	6,96	1,28	0,16	26,43	80,70	57,52	10,73
Tanah 04 (luar II, globo)	agak alkalis		rendah	rendah	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	rendah
T-82/V/2016	8,20	7,10	0,87	0,09	16,03	122,22	61,07	6,45
Tanah 05 (luar II, globo)	agak alkalis		sangat rendah	sangat rendah	tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	rendah

Tabel 2. Pengujian Unsur Hara di Lahan Pertanian Terdampak

Lokasi	C-organik awal (%)	C-organik lapisan olah tanah (ton/ha)	Penambahan pupuk organik minimal (ton/ha)*	Penambahan pupuk organik (tinggi) (ton/ha)**
Tanah 01 (terdampak I)	1,26	4,34	9,45	30,14
Tanah 02 (terdampak II)	1,42	4,90	8,89	29,58
Tanah 03 (terdampak III)	1,28	4,41	9,38	30,07
Tanah 04 (luar I, Nglobo)	1,28	4,41	9,38	30,07
Tanah 05 (luar II, Nglobo)	0,87	3,00	10,79	31,48

Keterangan :

* = C-organik tanah dinaikkan ke kriteria sedang

** = C-organik tanah dinaikkan ke kriteria tinggi

Amadi dan Ukpaka (2016) menyatakan bahwa pupuk organik mendorong perkecambah dan pertumbuhan tanaman selama periode remediasi. Remediasi menggunakan pupuk organik bermanfaat untuk menggantikan kehilangan nitrat, fosfat, dan kalium dalam tanah yang tercemar. Banyak faktor yang memengaruhi tingkat degradasi hidrokarbon petroleum, seperti suhu, konsentrasi oksigen, konsentrasi nutrisi, dan jenis hidrokarbon. Pupuk organik seperti pupuk kandang yang mengandung nutrisi dan mikroorganisme dapat merangsang proses bioremediasi tanah yang tercemar hidrokarbon petroleum (Hoang *et al.*, 2021).

Ofoegbu, (2015) dalam Udume *et al.*, (2023) juga menyatakan bahwa penggunaan pupuk organik telah disarankan untuk biodegradasi dan biotransformasi produk petroleum. Aplikasi pupuk organik pada tanah yang tercemar lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan proses kimia. Pemberian pupuk kandang pada tanah yang terkontaminasi minyak bumi meningkatkan serapan nitrogen (N), fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg) tanaman (Bulu & Adewole, 2015). Mikroorganisme yang teridentifikasi dalam pupuk kandang terutama adalah *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Methanobacterium sp.*, dan *Pseudomonas sp.* (Agarry, 2018).

Isitekhale *et al.* (2013) dalam Tang & Chai, (2020) menyarankan untuk mengombinasikan pupuk kandang dan pupuk anorganik (pupuk NPK) untuk meningkatkan degradasi hidrokarbon dalam tanah yang tercemar. Mikroorganisme seperti *E. Coli* dan *Pseudomonas sp.* dalam pupuk kandang dapat dimanfaatkan untuk degradasi hidrokarbon yang berbeda. Penambahan pupuk kandang dan pupuk anorganik merangsang degradasi hidrokarbon. Populasi mikroorganisme meningkat karena pemanfaatan hidrokarbon sebagai sumber karbon dan energi, sisa hidrokarbon berkurang, dan persentase degradasi meningkat.

Kebutuhan air untuk uji tanam

Kebutuhan air untuk Luas lahan persawah yang kena dampak sebesar 2 ha, yang terdiri 1,7 ha tanaman padi, dan 0,3 ha tanaman jagung. Perhitungan kebutuhan air dibedakan menjadi 2 yaitu kebutuhan air untuk padi dan kebutuhan air untuk palawija. Kebutuhan padi diperhitungkan berdasarkan standar Nedeco sebesar 1,4 l/det/ha. Dengan luas lahan 1,7 ha maka diperlukan air $1,7 \times 1,4 \text{ l/det} = 2,38 \text{ l/det}$. Sedangkan kebutuhannya untuk palawija sebesar 0,5 l/det/ha, dengan luas 0,3 ha diperlukan air 0,15 l/det.

Dengan demikian untuk keperluan pengolahan selama ½ bulan sampai 1 bulan diperlukan air sebesar : 3084 - 6169 m³ untuk padi, dan 194 - 389 m³ untuk palawija. Pada musim penghujan, air tersedia cukup dari air hujan tetapi saat kemarau, daerah persawahan terjadi kekeringan, sehingga untuk kelangsungan hidup tanaman, diperlukan tandon air. Untuk itu perlu pembuatan sumur gendong guna menampung air hujan. sehingga air hujan yang tertampung tersebut dapat dipakai untuk keperluan irigasi (Sriyana, 2019).

Kegiatan uji tanam oleh para petani

Kegiatan uji tanam oleh para petani dapat dilakukan apabila tanah pada lokasi terdampak sudah siap untuk diolah dan siap ditanam serta terbebas dari semburan liar dan tidak ada kondensat yang tertinggal. Kegiatan uji tanam ini dilaksanakan dengan arahan Dinas Pertanian setempat, para petani mengerjakan kegiatan uji tanam ini dari tahap pengolahan lahan, penanaman, monitoring hingga panen. Kegiatan uji tanam ini meliputi pembersihan lahan, penyemprotan herbisida pada rumput di lokasi pertanian, herbisida ini memiliki fungsi untuk mematikan rumput liar pada lahan pertanian, namun tidak semua rumput bisa langsung mati oleh herbisida, untuk gulma berdaun lebar, tanaman ini perlu dilakukan pemotongan karena tanaman ini cukup besar untuk disemprot memakai herbisida.

Setelah rumput dan gulma bersih maka dilakukannya pembalikan lahan yang berfungsi untuk menggemburkan lahan, apabila sudah dilakukan pembalikan lahan maka dilakukan pembuatan lubang kontrol untuk mengatur sistem irigasi pada lahan pertanian. Tahap selanjutnya adalah pengolahan lahan, tahap pengolahan lahan dimulai dengan pembuatan pematang sawah dilanjutkan dengan pembajakan lahan kemudian langsung dilakukan pemupukan lahan untuk menyuburkan tanah. Setelah beberapa hari lahan didiamkan maka tahap selanjutnya penanaman, antara selesainya tahap penanaman sampai panen perlu dilakukan monitoring tanamanan dan perawatan yang bertujuan untuk menjaga kualitas hasil panen dan membuat tanaman tidak mati hingga tahap panen. Gambar 2 menunjukkan proses pelaksanaan uji tanam pada lokasi terdampak.

Hasil evaluasi uji tanaman dari padi dan jagung dalam kondisi baik dimana tidak terjadi gagal panen kondisi ini dapat dilihat dari hasil tanaman padi dan jagung dapat berbuah dengan hasil tanaman padi terjadi peningkatan 0,25 ton/ha dari hasil rata-rata 5,5 ton/ha sebelum dilakukan penanganan menjadi berkisar 5 - 6 ton/ha setelah dilakukan penanganan, dan hasil panen jagung terjadi peningkatan 0,15

ton/ha dari hasil rata-rata 2,5 ton/ha sebelum penanganan menjadi bekisar 2 - 3 ton/ha setelah dilakukan penanganan.



Gambar 2. Proses pelaksanaan uji tanam

Pelaksanaan kegiatan sekolah lapangan

Selama menunggu tanaman padi dan jagung tumbuh maka para petani diberikan pembekalan pengetahuan dan keahlian, para petani ini diberi pengetahuan lebih tentang ilmu pertanian, kegiatan sekolah lapangan ini dilaksanakan oleh 25 orang petani dengan pemberi materi dari pihak UPTD Dintanbunakikan Kecamatan Jiken. Sekolah lapangan ini dilaksanakan selama 15 kali pertemuan mulai dari pertemuan, materi secara teori hingga praktek sampai penutupan.

Kegiatan sekolah lapangan ini berjalan dengan baik dengan pemberian materi diantaranya; agro ekosistem umum, pengenalan PEPC ADK & kegiatan usaha hulu, pengenalan OPT padi dan jagung & faktor iklim, anakan padi & persemaian, ketahanan pangan nasional, tanaman jagung & penyakit putih/bule, pestisida nabati, manfaat tanaman pancawarna, rubuha (rumah burung hantu) dan hama tikus dan penanganannya, pupuk organik cair, dinamika kelompok dan amoniasi jerami, perbanyak tanaman (stek, cangkok dan okulasi), MOL (mikro organisme lokal), studi khusus tanaman jagung (ciri tanaman terserang penyakit, ciri tanaman terserang hama, ciri tanaman tercemar limbah).

Selain pengetahuan para petani juga diajarkan tentang bagaimana menumbuhkan kerjasama sesama antar anggota kelompok, menumbuhkan kreativitas dan penumbuhan kelompok tani. Petani juga diajarkan keahlian diantaranya (pembuatan bakteri coryn, pembuatan metarisum, pembuatan fungsida nabati, pembuatan insektisida nabati, pembuatan bokhasi, pembuatan MOL (mikro organisme lokal). Kegiatan sekolah lapangan ini

mempunyai manfaat yang luar biasa bagi para petani, para petani menjadi mengerti tentang pertanian secara teori dan praktik yang sangat berguna untuk meningkatkan hasil panen mereka sehingga meningkatkan ekonomi mereka. Mereka belajar tentang penyakit tanaman dan bagaimana menanggulangnya sehingga para petani tidak bingung lagi apabila tanaman mereka terkena penyakit karena telah diberi bekal yang cukup pada saat kegiatan sekolah lapangan. Hal ini sangat menarik karena pengetahuan untuk petani tentang pertanian sangatlah dibutuhkan, para petani sehingga perkembangan dunia pertanian dapat terus dikembangkan dan meningkatkan pertanian di daerah pelosok.

Evaluasi dan monitoring

Titik kontrol.

Titik kontrol merupakan titik untuk menentukan evaluasi dan monitoring kesehatan daerah aliran sungai. Lokasi tersebut terletak di bendung yang terletak di daerah aliran sungai Nglobo dengan volume storage 10,627.6 m³ pada koordinat 7° 2.057'S dan 111° 30.234'E. Luas bendung didesain sebesar 4,255.6 m² dengan kedalaman 2.5 m. Pada titik ini, diambil sampel tanah (sedimen) dan air.

Pengujian TCLP untuk sampel tanah di bendung.

Hasil analisa TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) tanah dari Balai Besar Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri (BBTPPI) yang ditunjukkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa parameter anorganik (As, Ag, Cr6+, B, Cd, Cu, Hg, Pb, Se, Zn, Ni dan Ba) pada bendungan mini berada di bawah baku mutu sesuai ketentuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Parameter anorganik yang memiliki nilai di bawah baku mutu mengindikasikan tidak ada potensi pelindiaan yang mencemari lingkungan. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada indikasi kontaminasi dari kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi pada tanah di daerah yang terdampak.

Total konsentrasi Arsen (As), perak (Ag), merkuri (Hg), timbal (Pb), selenium (Se) pada tanah di daerah terdampak berada di bawah baku mutu CLP-C. Sedangkan total konsentrasi krom (Cr6+) pada tanah di daerah terdampak di atas baku mutu (TCLP-C), tetapi Cr6+ di luar daerah terdampak di bawah baku mutu. Total konsentrasi boron (B) dan tembaga (Cu) pada tanah di daerah terdampak di atas baku mutu (TCLP-C).

Total konsentrasi kadmium (Cd), timbal (Pb) dan seng (Zn) di bawah baku mutu pada tanah di daerah terdampak. Boron, tembaga dan seng merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit. Boron (B) berperan dalam translokasi gula dan metabolisme karbohidrat pada tanaman. Tembaga (Cu) sebagai katalisator untuk respirasi dan penyusunan enzim tanaman. Seng (Zn) pada tanaman berfungsi dalam sistem enzim yang mengatur bermacam-macam proses metabolisme tanaman.

Tabel 3. Pengujian unsur hara di lahan pertanian terdampak

Parameter	Nilai
As (mg/L)	< 0,003
Ag (mg/L)	< 0,030
Cr ⁶⁺ (mg/L)	< 0,001
B (mg/L)	< 0,150
Cd (mg/L)	< 0,005
Cu (mg/L)	0,029
Hg (mg/L)	< 0,001
Pb (mg/L)	< 0,030
Se (mg/L)	< 0,002
Zn (mg/L)	< 0,010

Ketersediaan unsur hara B, Cu dan Zn yang besar di dalam tanah akan meracuni tanaman. pH tanah mempengaruhi ketersediaan ketiga unsur hara mikro tersebut. Menurut Resh (2012), ketersediaan B, Cu dan Zn rendah pada pH tanah yang netral (pH 7), sedangkan apabila pH tanah masam dan alkalin maka ketersediaan unsur hara mikro tersebut akan tinggi. Hasil analisa pH tanah di daerah terdampak dan luar daerah terdampak adalah agak alkalis. Tingginya pH tanah menyebabkan ketersediaan unsur hara mikro tersebut tinggi. Total konsentrasi boron, tembaga dan seng yang di atas baku mutu dapat diatasi dengan menurunkan pH tanah dengan

menambahkan pupuk organik. Pupuk organik mengandung asam humik/humus yang dapat menurunkan pH tanah. Total konsentrasi arsen (As), perak (Ag), merkuri (Hg), timbal (Pb), selenium (Se), pada tanah di daerah terdampak berada di bawah baku mutu (TCLP -C). Tetapi total konsentrasi krom (Cr⁶⁺), boron (B), Cd, Cu, Pb dan Zn di atas baku mutu.

Sesuai ketentuan PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, jika konsentrasi zat pencemar sama dengan atau lebih kecil dari TCLP-C dan total konsentrasi C, tanah yang dimaksud dapat digunakan sebagai tanah pelapis dasar sebagai pelapis dari suatu kegiatan konstruksi dan/atau kegiatan sejenis. Tanah di daerah terdampak dan luar daerah terdampak tersebut dapat dimanfaatkan untuk pertanian dengan menambah pupuk organik.

Pengujian kandungan *petroleum hydrocarbons*.

Hasil analisa parameter organik (petroleum hidrokarbon C6 – C9, C10 – C36) dari UPT laboratorium terpadu Fakultas Teknik Universitas Diponegoro menunjukkan bahwa parameter organik tanah di daerah terdampak berada di bawah baku mutu sesuai ketentuan ketentuan PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, parameter organik TK-C. Kondisi ini ditunjukkan oleh hasil laboratorium C6-C9 masih di bawah 100 mg/kg dan hasil laboratorium C10-C36 juga menunjukkan nilai di bawah 1000 mg/kg atau sebesar 0,14244 mg/kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada indikasi kontaminasi dari kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi pada tanah di daerah terdampak maupun di luar daerah terdampak.

Tabel 4. Kualitas air irigasi di bendung

Parameter	Satuan	Sebelum remediasi	Sesudah remediasi	Baku mutu*
Padatan Tersuspensi	mg/L	406,9	300,0	400
pH	mg/L	6,97	7,10	5-9
BOD	mg/L	13,59	10,12	12
COD	mg/L	40,77	34	100
Total Fosfat	mg/L	0,43	0,33	5
NO ₃ sebagai N	mg/L	14,46	11,45	20
Boron	mg/L	0,23	<0,150	1
Kadmium	mg/L	0,01	<0,005	0,01
Khrom (IV)	mg/L	0,14	<0,001	0,01
Tembaga	mg/L	0,036	0,029	0,2
Timbal	mg/L	0,26	<0,030	1
Raksa	mg/L	1,81	<0,001	0,005
Seng	mg/L	0,19	<0,010	2

Keterangan:

*Menggunakan baku mutu dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air untuk persyaratan kelas air: kelas IV .

Pengujian kualitas air irigasi di bendung

Air di bendung digunakan untuk irigasi di lahan pertanian sekitarnya. Oleh karena itu, kualitas air untuk peruntukan irigasi sangat penting untuk diketahui. Hasil laboratorium menunjukkan kualitas air irigasi untuk parameter BOD sebesar 13,59 mg/L dan COD sebesar 40,77 mg/L.

Tabel 4 menunjukkan kualitas air irigasi sebelum dan setelah pembangunan bendung. Jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 kelas IV untuk air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut menunjukkan parameter BOD masih berada di atas baku mutu BOD sebesar 12 mg/L sedangkan untuk parameter COD sudah berada di bawah baku mutu. Adanya bendung ini dapat mengurangi konsentrasi BOD yang melebihi baku mutu tersebut sehingga dapat digunakan sebagai air irigasi yang aman dan sehat.

Kesimpulan

Pendekatan pengelolaan DAS Mikro, sebagai unit manajemen yang terukur dan partisipatif, menunjukkan keberhasilan yang baik dalam mengatasi konflik dengan masyarakat terutama petani yang terkena dampak akibat adanya pencemaran semburan gas pada lahan pertanian. Diselenggarakannya sekolah lapangan dan uji tanam sebagai bentuk pendekatan partisipatif juga memberikan dampak positif terhadap petani yang mengalami dampak dari pencemaran tersebut.

Hasil uji tanam menunjukkan bahwa lahan pertanian sudah dalam kondisi subur sehingga masyarakat tidak cemas terhadap bencana semburan gas yang berdampak pada lahan pertanian mereka. Hasil uji kualitas air irigasi yang berada di bawah baku mutu peraturan juga mengindikasikan keberhasilan dari pendekatan ini. Hasil ini menunjukkan bahwa rangkaian kegiatan perlindungan daerah aliran sungai mikro yang meliputi kegiatan sekolah lapangan dan remediasi telah berhasil dilakukan karena kualitas air dan tanah sudah memenuhi baku mutu.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Sumber Daya Air, Departemen Teknik Sipil, UPT Laboratorium Terpadu, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Prof. H. Soedarto, Kampus Tembalang, Semarang, atas izin penggunaan fasilitas laboratorium, dan kepada PT. Pertamina EP Cepu ADK Jakarta, SKK Migas, dan

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah.

Daftar Pustaka

Agarry, S. E. (2018). Evaluation of the effects of inorganic and organic fertilizers and activated carbon on bioremediation of soil contaminated with weathered crude oil. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(4). <https://doi.org/10.4314/jasem.v22i4.27>

Ahn, S. R., & Kim, S. J. (2017). Assessment of integrated watershed health based on the natural environment, hydrology, water quality, and aquatic ecology. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(11). <https://doi.org/10.5194/hess-21-5583-2017>

Bulu, Y. I., & Adewole, M. B. (2015). Organic fertilizer applications influence on the shoot and root biomass production and plant nutrient of calopogonium mucunoides from crude oil-contaminated soils. *Chemical Speciation and Bioavailability*, 27(1). <https://doi.org/10.1080/09542299.2015.1023085>

Campos-Delgado, D., Ramos-Palacios, C. R., Cisneros-Vidales, A. A., & Algara-Siller, M. (2023). Possible Scenarios for a Micro-Watershed Based on Level of Urbanization: Using Flood Design to Advance Ecohydrological Principles. *Urban Science*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/urbansci7010024>

Darghouth, S., Ward, C., Gambarelli, G., Styger, E., & Roux, J. (2008). Watershed management approaches, policies, and operations: Lessons for scaling up. *Water Sector Board Discussion Papers*, 11.

EPA. (2011). Healthy Watersheds Initiative - National Framework and Action Plan. *Publication Number: EPA 841-R-11-005*.

Greenwood, P. F., Wibrow, S., George, S. J., & Tibbett, M. (2008). Sequential hydrocarbon biodegradation in a soil from arid coastal Australia, treated with oil under laboratory controlled conditions. *Organic Geochemistry*, 39(9). <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2008.05.005>

Heal, K. (2019). Watershed Management in Action: Lessons Learned From FAO Field Projects. *Mountain Research and Development*, 39(1). <https://doi.org/10.1659/mrd.mm230>

Hoang, S. A., Sarkar, B., Seshadri, B., Lamb, D., Wijesekara, H., Vithanage, M., Liyanage, C., Kolivabandara, P. A., Rinklebe, J., Lam, S. S.,

- Vinu, A., Wang, H., Kirkham, M. B., & Bolan, N. S. (2021). Mitigation of petroleum-hydrocarbon-contaminated hazardous soils using organic amendments: A review. *Journal of Hazardous Materials, 416*.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125702>
- Isitekhale, H. H., Osemwota I.O. and Amhakhian, S.O. (2013) Poultry Manure and NPK Fertilizer Application and their Residual Effects on the Yield and Yield Components of Tomato (*Lycopersicon esculentum*. Mill) in Two Distinct Ecological Zones of Central Southern Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science, 3*, 40-47.
<https://doi.org/10.9790/2380-0324047>
- Jones, C., Palmer, R. M., & Motkaluk, S. (2002). Watershed health monitoring: Emerging technologies. In *Watershed Health Monitoring: Emerging Technologies*.
- Legesse, A., Bogale, M., & Likisa, D. (2018). Impacts of Community Based Watershed Management on Land Use/Cover Change at Elemo Micro-Watershed, Southern Ethiopia. *American Journal of Environmental Protection, 6*(3).
<https://doi.org/10.12691/env-6-3-2>
- Shahimin, M. F. M., & Siddique, T. (2017). Sequential biodegradation of complex naphtha hydrocarbons under methanogenic conditions in two different oil sands tailings. *Environmental pollution, 221*, 398-406.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.002>
- Narmada, K., Gobinath, K., & Bhaskaran, G. (2015). An Assessment of Resource Potentials for Sustainable Development of Micro-watershed in Tirunelveli District Using Geoinformatics– A Case of Nambiyar Micro-watershed in Tirunelveli District, Tamil Nadu, India. *Aquatic Procedia, 4*.
<https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.169>
- Ofoegbu, R. U. (2015). Bioremediation of Crude Oil Contaminated Soil Using Organic and Inorganic Fertilizers. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology, 06*(01).
<https://doi.org/10.4172/2157-7463.1000198>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101. (2014). *Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*.
<https://peraturan.bpk.go.id/Details/5555/pp-no-101-tahun-2014>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82. (2001). *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
<https://peraturan.bpk.go.id/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>
- Resh, H.M. and Howard, M. (2012) *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*. CRC Press, Santa Barbara, California.
<http://dx.doi.org/10.1201/b12500>
- Sriyana, I. (2018a). Evaluation of watershed carrying capacity for watershed management (a case study on Bodri watershed, Central Java, Indonesia). *MATEC Web of Conferences, 195*.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201819505003>
- Sriyana, I. (2018b). Indeks Stakeholders Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dengan Pendekatan KISS di Indonesia. *Media Komunikasi Teknik Sipil, 24*(1).
<https://doi.org/10.14710/mkts.v24i1.18966>
- Sriyana, I. (2019). The impact of water conservation using sedrainpond and infiltration wells on surface water quantities: a case study of the Pakopen micro watershed, Semarang District, Central Java, Indonesia. *MATEC Web of Conferences, 280*.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201928005008>
- Swami, V. A., & Kulkarni, S. S. (2011). Model Watershed Management Plan for Shivapur Village. *International Journal of Scientific & Engineering Research, 2*(1).
- Tang, K. H. D., & Chai, H. T. J. (2020). The Effect of Fertilizer on *Epipremnum Aureum* in Phytoremediating Soil Contaminated with Crude Oil. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 943*(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/943/1/012032>
- Udume, O. A., Abu, G. O., Stanley, H. O., Vincent-Akpu, I. F., Momoh, Y., & Eze, M. O. (2023). Biostimulation of Petroleum-Contaminated Soil Using Organic and Inorganic Amendments. *Plants, 12*(3).
<https://doi.org/10.3390/plants12030431>