

## UPAYA REHABILITASI AREAL "HOT-SPOT" MENJADI "BRIGHT-SPOTS"

*Tigor Butarbutar dan Ai Dariah*

### PENDAHULUAN

Pembangunan sektor berbasis lahan yang lebih menitik beratkan pada pertumbuhan ekonomi telah menimbulkan berbagai kerusakan atau degradasi sumber daya lahan hingga menjadi lahan yang dikategorikan sebagai lahan kritis dan dapat dikelompokkan sebagai *area/hot-spot* (areal dengan tingkat kerusakan yang sudah dan harus segera mendapat perhatian). Proses degradasi sumber daya lahan dapat disebabkan oleh faktor intervensi manusia dan alam. Faktor intervensi manusia terjadi dalam bentuk pembukaan atau konversi hutan yang tidak terkendali, sehingga merusak fungsi-fungsi ekosistem seperti fungsi hidrologi/tata air yang terganggu, menurunnya kesuburan tanah dan emisi gas rumah kaca sebagai akibat pelepasan cadangan karbon yang berdampak terhadap percepatan perubahan iklim. Pembangunan pertanian intensif dengan memasukkan berbagai input yang berlebihan seperti pembuatan irigasi/drainase buatan, aplikasi pupuk kimia dan mekanisasi telah menyebabkan terjadinya berbagai bentuk degradasi, seperti salinisasi, terganggunya kehidupan mikroba tanah, erosi tanah, peningkatan kemasaman tanah, kerusakan struktur tanah yang menyebabkan terjadinya pemadatan dan penyumbatan pori tanah. Berbagai bentuk proses degradasi tersebut berdampak terhadap penurunan kesuburan tanah dan penurunan produktivitas lahan, yang pada akhirnya mengancam ketahanan pangan baik pada tingkat global, nasional, maupun lokal (Reintjes *et al.*, 1999., Atmojo, 2006, dan Pasandaran *et al.*, 2001).

Proses degradasi yang sudah mencapai tahapan kritis (*hot-spots*) harus segera direhabilitasi, sehingga fungsi-fungsi lahan termasuk fungsi produksi pangan dapat dipulihkan. Proses rehabilitasi *hot-spots* menjadi *bright-spots* perlu dilakukan secara berkesinambungan, dengan mempertimbangkan tipe ekoregion termasuk karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS), ciri sosial budaya, dan perkembangan teknologi yang ada. Upaya-upaya rehabilitasi lahan untuk merubah merubah *hot-spot* menjadi *bright-spots* telah banyak dilakukan, baik pada level lokal, regional, maupun global. Semakin intensif upaya untuk merehabilitasi *hot-spots* menjadi *bright-spots* pada level lokal, juga akan berdampak terhadap tingkat regional dan global, sehingga sistem ketahanan pangan pada berbagai level dapat tercapai. Proses pencapaian ini harus melibatkan seluruh sektor terkait, terutama sektor yang menangani penataan ruang dan perencanaan pada berbagai level.

Visi pembangunan kementerian pertanian tahun 2015-2019 adalah terwujudnya sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam pangan yang sehat dan produk bernilai tinggi berbasis sumber daya lokal untuk kedaulatan pangan dan kesejahteraan petani (Kementan, 2015). Dari visi tersebut terdapat pokok-pokok yang harus memerhatikan aspek kelestarian, daya dukung lahan, dan lingkungan, ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Visi tersebut dapat tercapai di antaranya jika pemulihan lahan-lahan terdegradasi dapat dilakukan semaksimal mungkin melalui penciptaan *bright-spot* (areal-areal yang telah mengalami proses pemulihan) pada berbagai wilayah ekoregion.

Tulisan ini bertujuan untuk : a) memberikan gambaran umum proses degradasi lahan hingga menjadi *hot spots*, serta upaya rehabilitasi areal *hot-spot* supaya menjadi *bright-spots* dan b) memberikan informasi atau pembelajaran proses berubahnya *hot spots* menjadi *bright spots*, dengan mengambil studi kasus di Gunung Kidul, DI Yogyakarta.

## PROSES TERJADINYA *HOT-SPOTS* AKIBAT DEGRADASI LAHAN

Degradasi lahan adalah proses perubahan temporer atau permanen produktivitas lahan kearah yang lebih buruk (Scherr, 1996). Selanjutnya FAO menyebutkan bahwa degradasi lahan adalah kondisi sumber daya tanah, air, vegetasi, batuan, udara, iklim dan topografi yang memburuk. Degradasi lahan pertanian juga dapat diartikan sebagai proses terjadinya penurunan secara keseluruhan produktivitas suatu lahan sebagai bagian dari sistem pertanian.

Indikator dari degradasi lahan ada dua yaitu penurunan kesuburan tanah dan penurunan produksi karena intervensi manusia (Johnson dan Lewis, 2007). Transformasi lahan yang melebihi daya dukung mengakibatkan kerusakan atau degradasi hingga terbentuknya *hot spot* (tingkat kerusakan yang sudah menjadi perhatian). Sebaliknya *bright-spot* dapat diartikan sebagai suatu kondisi yang terjadi akibat individu atau masyarakat mengadopsi teknik konservasi dan peningkatan hasil dengan manajemen yang baik untuk mendapatkan suatu hasil/produk dan jasa lingkungan yang lebih baik, atau mendapatkan situasi yang lebih baik untuk berbagai aspek, antara lain peningkatan produksi, kesuburan tanah, biodiversitas, resiliensi/kelenturan, peningkatan serapan tenaga kerja, penguatan masyarakat lokal, peningkatan serapan karbon, penurunan kerentanan, dan lain-lain (Gichuki dan Molden, 2008). Kerusakan serius yang terjadi pada areal *hot-spots* ini perlu segera direhabilitasi hingga menjadi *bright-spots* (Glantz *et al.*, 2009; Glantz, 2003).

Istilah hot-spot pertama kali diperkenalkan oleh Virk (1988). Lokasi *hot spot* umumnya terdapat di sekitar wilayah yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk tinggi. Perlu diketahui bahwa *hot-spot* tersebar di seluruh dunia, sebagian besar dalam kawasan hutan dan di daerah tropis. Berbagai definisi lain dari *hot spots* antara lain adalah: (1) kondisi derajat kerusakan dan kecepatan dari proses degradasi lahan, termasuk frekuensi dan dimensi yang terkait dengan bencana alam atau krisis ekonomi dan sosial; (2) nilai dari suatu lahan yang terdegradasi dan suatu areal lahan lain disekitarnya yang berisiko terkena dampak degradasi (ekonomi, sosial, ekologi, atau budaya); dan 3) ukuran dan kondisi dari populasi yang terpengaruh dan berisiko (Mahler, 2003). Selanjutnya Glantz *et al.* (2009) menggambarkan proses dan tingkat degradasi lahan sehingga menjadi *hot spots* dan paska *hot spots* (Gambar 1).



Gambar 1. Piramid proses terjadinya hot spot dan tingkat kekritisannya (Sumber: Glantz *et al.*, 2009 dan Glantz, 2003).

Proses terjadinya *hot spots* sumber daya alam, umumnya diawali dengan intervensi manusia untuk merubah bentang lahan menjadi pertanian, pemukiman, industri dan lain-lain. Karena pertimbangan ekonomi, proses transformasi lahan menyebabkan berbagai kerusakan, diawali dengan terbentuknya zona/lahan kritis (*critical-zone*), seharusnya penanganan sudah dilakukan pada tahap ini, jika hal ini tidak dilakukan proses degradasi lahan akan terus berlanjut sehingga terbentuknya *hot spot* yang harus mendapat perhatian serius. Jika proses pemulihan tidak berhasil, artinya tidak terbentuk suatu *bright-spot*, maka dan akhirnya menjadi *fire spot* yang sangat sulit diperbaiki dan memerlukan biaya tinggi, dan pada tahapan ini lahan cenderung ditinggalkan.

## PENYEBAB DAN TIPE DEGRADASI LAHAN

Berbagai tipe degradasi lahan berdasarkan penyebabnya dan kerusakan yang ditimbulkan terdiri dari : (a) erosi tanah oleh air; (b) erosi oleh angin; (c) penurunan kesuburan tanah (fisik, kimia, dan biologi) karena: penurunan bahan organik tanah, kerusakan sifat fisik (struktur, aerasi, dan kapasitas menyimpan air tanah), perubahan kandungan zat hara (misal bahan beracun, polusi dan salah pemupukan); (d) *waterlogging* (naiknya permukaan air tanah sehingga menyebabkan pasokan oksigen untuk perakaran menurun); (e) peningkatan kadar garam (*salinization*); (f) sedimentasi atau penimbunan dengan lapisan yang tidak subur; (g) penurunan batas air tanah (*water table*); (h) hilangnya vegetasi penutup tanah; (i) peningkatan kandungan batuan permukaan. Pengaruh penyebab degradasi di atas terhadap proses-proses/tipe-tipe degradasi tergantung pada jenis tanah, kemiringan lahan, vegetasi dan iklim (Scherr, 1996; Nachtergaele dan Licover-Manzur, 2008). Pengaruh suatu faktor penyebab deforestasi mungkin menyebabkan *hot spots* di suatu lahan tertentu tetapi belum tentu di lokasi lainnya. Selanjutnya Sherr (1996) menyebutkan tipe-tipe degradasi lahan dan perbaikan yang dibutuhkan (Tabel 1).

Tabel 1. Tipe-Tipe Degradasi Lahan dan Perbaikan yang Diperlukan.

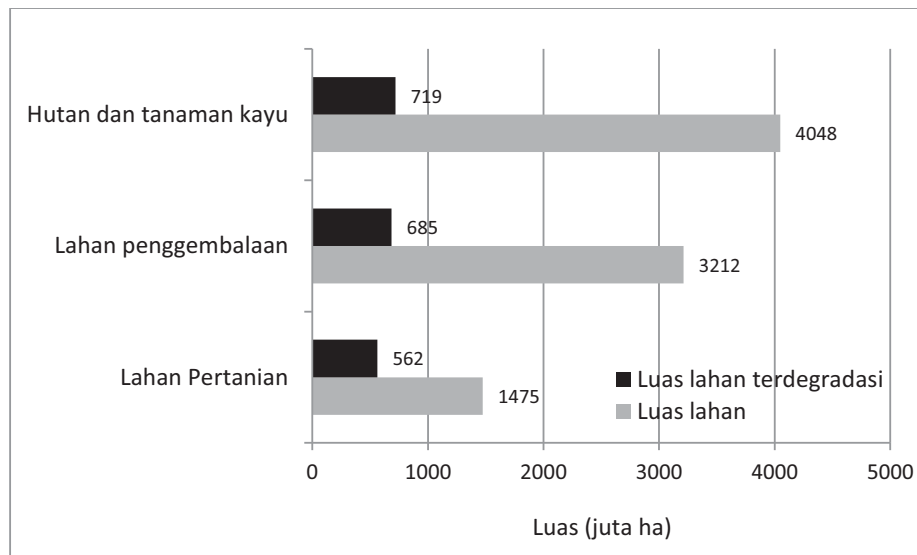
Komponen lahan/tanah	Degradasi	Perbaikannya
Pengelolaan sifat fisik tanah	Pengerasan permukaan Pemadatan Penutupan pori Erosi angin Erosi air Penebangan Pengolahan lahan berlebihan	Bangunan konservasi tanah vegetatif atau mekanis (teras, penanaman kembali daerah terbuka, perlindungan dengan pohon, penghancuran lapisan keras, tanaman penutup tanah, penahan angin, penempatan kembali tanah dan perbaikan metode pengolahan lahan).
Pengelolaan air tanah	Drainase terhambat Water logging Kapasitas menahan air tanah menurun Infiltrasi menurun Salinisasi	Irigasi, pemanenan air, drainase seluruh permukaan ( <i>Field drainage</i> ), pengeringan areal yang <i>water logged</i> dan jalur-jalur penangkapan air
Pengelolaan zat hara dan bahan organik tanah	Alkalisasi, Asidifikasi, Pencucian hara, Kehilangan bahan organik, Pembakaran sisa tanaman, <i>Nutrient depletion</i>	Pemupukan, Pengkomposan Pupuk hijau Pupuk kandang Pencucian tanah basa Pengapuran tanah asam
Pengelolaan biologi tanah	Penggunaan pupuk kimia berlebihan, Polusi industri	Introduksi organisme biotik Fiksasi nitrogen oleh mikroorganisme
Pengelolaan vegetasi	Penurunan penutupan lahan oleh vegetasi Penurunan biodiversitas Penurunan komposisi jenis Penurunan jenis-jenis yang bernilai tinggi	Peningkatan vegetasi penutup, Peningkatan biodiversitas Perbaikan komposisi jenis, Perbaikan ketersediaan jenis -jenis bernilai tinggi

Sumber: Scherr (1996)

Degradasi lahan terjadi pada skala global, regional, nasional maupun lokal. Gambar 2 dan 3 menunjukkan degradasi lahan pada skala global dan pada skala regional.

a. Degradasi lahan di tingkat global

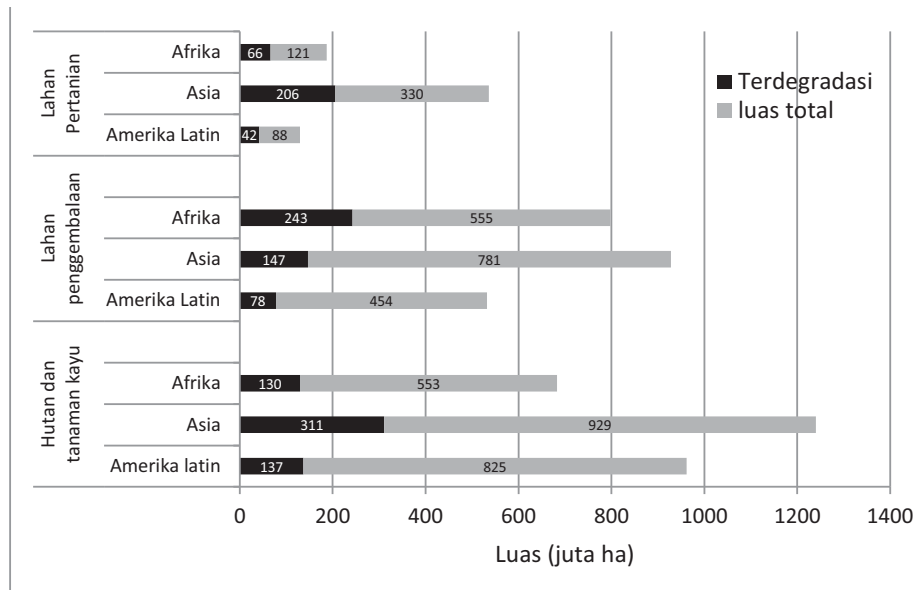
Gambar 2 menunjukkan bahwa degradasi lahan di tingkat global paling tinggi pada kawasan berhutan dan berkayu (719 juta ha) diikuti di lahan penggembalaan (685 juta ha) dan pertanian (562 juta ha ).



Gambar 2. Luas Lahan Terdegradasi Berdasarkan Tipe Penggunaan Lahan Pada Skala Global (Sumber: Scherr, 1996)

b. Degradasi lahan di tingkat regional

Kondisi tingkat degradasi berdasarkan region dapat dilihat pada Gambar 3. Tingkat degradasi lahan pada tingkat regional di kawasan hutan dan berkayu paling tinggi di Asia (344 juta ha), diikuti Amerika Latin (137 juta ha) dan Afrika (130 juta ha). Sedangkan di kawasan penggembalaan paling tinggi di Afrika (243 juta ha), diikuti Asia (197 juta ha) dan Amerika Latin (78 juta ha). Tingkat degradasi lahan di kawasan pertanian paling tinggi di Asia (206 juta ha), diikuti Afrika (121 juta ha) dan Amerika Latin (92 juta ha). Selanjutnya Vu (2014) menyebutkan di Vietnam sekitar 9,3 juta hektar lahan (28% dari luas tutupan) telah terdegradasi dalam berbagai bentuk dan seluas 2 juta hektar termasuk terdegradasi sangat berat. Selanjutnya dinyatakan terdapat 6 tipe *hot spots* akibat proses degradasi di lahan pertanian dan 5 tipe *hot spots* akibat degradasi di lahan kehutanan. Perbedaan tipe *hot spots* di atas memerlukan pendekatan yang berbeda dalam usaha merehabilitasi dan mencegah degradasi dimasa mendatang. Di salah satu negara Afrika, Ethiopia degradasi lahan disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk yang cepat, kehilangan lapisan tanah, deforestasi, rendahnya penutupan vegetasi dan ketidakseimbangan hasil tanaman pertanian dan ternak. Faktor penyebab lainnya adalah tipe tanah dan topografi yang berhubungan tingkat erosi (Gashaw *et al.*, 2014). Topografi juga menentukan dampak dari suatu proses degradasi lahan, misalnya dampak dari kehilangan penutupan lahan pada daerah berlereng dan datar akan sangat berbeda, sebagai contoh Dobre *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa masalah utama lingkungan yang berhubungan dengan kebakaran hutan adalah peningkatan aliran permukaan dan erosi air selama hujan karena tanah mineral menjadi lebih terbuka akibat hilangnya vegetasi. Hal ini akan sangat signifikan terjadi pada lahan topografi berlereng.



Gambar 3. Distribusi proporsi lahan terdegradasi pada skala Regional (Sumber Scherr, 1996)

### c. Potret degradasi lahan di Indonesia

Proses degradasi lahan bisa menyebabkan tingkat kerusakan sampai mencapai tingkat kritis. Lahan kritis adalah lahan yang berada di dalam dan di luar kawasan hutan yang sudah tidak berfungsi lagi sebagai media pengatur tata air dan unsur produktivitas lahan, sehingga menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem DAS. Penetapan lahan kritis mengacu pada lahan yang telah sangat rusak karena kehilangan penutupan vegetasi, sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sebagai penahan air, pengendali erosi, siklus hara, pengatur iklim mikro dan retensi karbon.

Kekritisan lahan diklasifikasikan ke dalam kategori sangat kritis, kritis, agak kritis, potensial kritis dan tidak kritis. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan memprioritaskan penanganan lahan kritis pada lahan dengan kriteria kritis dan sangat kritis. Luas keseluruhan lahan kritis (kritis dan sangat kritis) di Indonesia pada tahun 2005 masing-masing (23.306.233 ha dan 6.890.568 ha) dengan luas total 30.196.802 ha. Sedangkan pada tahun 2011 menurun masing-masing menjadi 22.025.581 ha dan 5.269.260 ha dengan luas total 27.294,842 ha (Statistik Kehutanan, 2013). Adapun penyebab utama terjadinya lahan kritis di atas adalah: perladangan berpindah, *logging* (areal bekas tebangan) yang ditelantarkan dan kebakaran hutan. Anwar (2009) menyebutkan bahwa luas lahan terdegradasi sampai tahun 2007 mencapai 77,8 juta hektar (termasuk yang terdegradasi ringan), hal ini mencapai 2 kali lipat dibandingkan dengan tahun 2001 seluas 34,8 juta hektar. Perbedaan luasan di atas memerlukan perhitungan lebih detail berdasarkan tiap dan kelas kerusakan lahan yang terjadi, sehingga dapat ditentukan kebijakan pemulihan dan pencegahan terjadinya proses degradasi atau terbentuknya lahan kritis dimasa mendatang.

### DEGRADASI PADA BERBAGAI EKOREGION BERDASARKAN TIPE EKOSISTEM

Ekoregion adalah pembagian wilayah geografis yang mempunyai kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, fauna serta interaksi antara manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup (Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup). Pembagian ekoregion di Indonesia terdiri dari ecoregion Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Papua-Maluku, dan Bali Nusa Tenggara yang merupakan kesatuan wilayah daratan dan lautan yang mengelilinginya.



#### a. Ekosistem Pertanian

Penyebab degradasi ekosistem pertanian antara lain: (1) meningkatnya kebutuhan pangan mengikuti pertumbuhan penduduk yang cepat, sehingga intensifikasi pertanian dan masa bera yang semakin pendek; (2) kebijakan pertanian yang salah, subsidi air, pupuk dan bahan kimia lainnya sehingga menyebabkan penggunaan yang berlebihan; (3) penggunaan mesin-mesin pertanian dan praktek-praktek pertanian yang tidak sesuai dengan kondisi lokal; (4) konsentrasi ternak yang berlebihan mengakibatkan *overgrazing* dan polusi air; (5) hilangnya vegetasi alam yang berfungsi sebagai *buffer*, penyaring air, cadangan makanan ternak, dan alternatif habitat pada musim kemarau/kering; (6) perencanaan infrastruktur yang tidak baik, yang menyebabkan fragmentasi lahan dan erosi yang tidak terkendali, serta mengganggu sistem hidrologi; (7) kurangnya kerangka legal untuk mendukung ketersediaan makanan dan lingkungan yang baik.

Degradasi suatu ekosistem pertanian yang sudah pada tahap/menjadi *hot spots* dapat menyebabkan: (1) hilangnya air untuk kegiatan pertanian karena penggunaannya dialihkan untuk pemukiman atau perkotaan dan industri; (2) penurunan kualitas lahan, yang dapat menurunkan suplai pangan, menurunkan pendapatan petani dan menaikkan pengeluaran konsumen dan petani; (3) penurunan kualitas air karena pencemaran; dan (4) hilangnya lahan pertanian karena konversi untuk penggunaan lain.

#### b. Ekosistem Hutan

Degradasi ekosistem hutan dan deforestasi menyebabkan degradasi lahan dan air, kehilangan biodiversitas dan pemindahan penduduk lokal, mengganggu siklus hidrologi suatu Daerah Aliran Sungai. Selain itu, degradasi hutan juga mengemisi karbon melalui kebakaran sebanyak 20 % dari total emisi GRK, sisanya akibat dekomposisi atau pelepasan karbon yang tersimpan dalam biomasa tanaman.

Faktor-faktor yang mengakibatkan kerusakan ekosistem hutan adalah: (1) pertumbuhan permintaan terhadap hasil hutan; (2) kegagalan kebijakan seperti penilaian terhadap sumber daya hutan yang rendah. Hal ini dilakukan untuk memberikan insentif atas ketidakefisienan dan sistem *logging* yang banyak limbah; (3) subsidi pertanian yang mendorong konversi hutan untuk membuka areal pertanian yang lebih luas; (4) fragmentasi dan lemahnya lembaga yang mendukung konservasi dan pemanfaatan hutan yang berkelanjutan.

#### c. Ekosistem Padang Rumput

Kerusakan ekosistem padang rumput dapat disebabkan antara lain oleh: (1) urbanisasi dan konversi untuk tanaman pertanian; (2) penggunaan api yang tidak tepat untuk pengelolaan padang rumput; (3) penggembalaan yang berlebihan; dan (4) pengelolaan lahan komunal yang tidak baik. Kerusakan/degradasi padang rumput mengakibatkan kehilangan keanekaragaman hayati karena fragmentasi habitat, kerusakan tanah, terutama erosi yang disebabkan oleh hilangnya lapisan penutup tanah, pemadatan tanah karena kerapatan stok ternak yang tinggi dan juga menyebabkan emisi karbon.

#### d. Ekosistem Perairan Tawar

Ekosistem perairan tawar terdiri dari air permukaan dan air tanah/air bawah permukaan. Kerusakan air permukaan (sungai, danau dan lahan basah) dapat disebabkan oleh: (1) fragmentasi sungai karena pembangunan dam, dan saluran-salurannya; (2) pemanfaatan air yang berlebihan dari sungai yang menyebabkan pengeringan sungai; (3) polusi air permukaan dari kegiatan pertanian dan industri. Sedangkan kerusakan air tanah dapat disebabkan eksploitasi yang berlebihan yang melebihi kapasitas isi ulang (*recharge*) dan polusi dari kegiatan pertanian dan industri.





e. Ekosistem Gambut

Ekosistem gambut adalah suatu ekosistem yang paling rentan dibanding ekosistem lainnya, karena mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi dan tingkat resiliensi yang rendah. Sekali terjadi kerusakan, ekosistem gambut sulit untuk dipulihkan. Penyebab degradasi gambut antara lain adanya pembukaan vegetasi, pembuatan saluran drainase sehingga menurunkan permukaan air lahan gambut, yang dapat berdampak terhadap peningkatan emisi, *subsidence* (penurunan permukaan gambut), dan kebakaran gambut. Kerusakan gambut dapat berdampak terhadap penurunan permukaan gambut yang akan mempengaruhi wilayah sekitar, di antaranya jika terjadi musim hujan akan membanjiri daerah sekitarnya, selanjutnya akan mengganggu wilayah pertanian atau usaha lainnya.

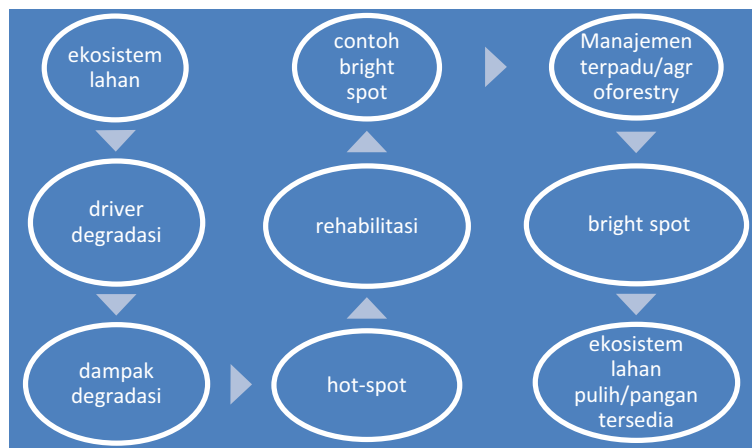
f. Ekosistem Pantai dan Laut

Ekosistem pantai dan laut terdiri dari, hutan mangrove, *coral reef* dan perikanan. Degradasi ekosistem mangrove dapat disebabkan oleh: (1) eksploitasi berlebihan untuk kayu bakar dan kayu pertukangan; (2) konversi untuk tambang udang; dan (3) pembangunan pemukiman dan infrastruktur lainnya. Degradasi terhadap *coral reef* dapat disebabkan oleh kegiatan reklamasi lahan, pembangunan pantai, penambangan koral, *siltation* (pengendapan lumpur), dan polusi. Ancaman terhadap perikanan adalah *over fishing*, seperti dilaporkan oleh (WRI, 2000) bahwa kapasitas penangkapan ikan sekarang sudah 30-40% melebihi batas *sustainable* (keberlanjutan) dari ekosistem.

**UPAYA REHABILITASI LAHAN KRITIS/HOT SPOTS**

**a. Aspek Teknis**

Penanganan yang tepat harus dimulai pada saat pada zona sebelum kritis atau sebelum terjadi hot spots. Rehabilitasi sebelum mencapai zona *hot spots* (zona kritis) sehingga menjadi *bright spots* dapat berhasil jika disesuaikan dengan kondisi ekoregion, dengan upaya-upaya keterpaduan dalam pengorganisasian dari berbagai level, rekayasa teknologi guna, investasi dan rekayasa sosial yang tepat. Seluruh upaya di atas di antaranya dapat diawali dengan intervensi teknologi agroforestri yang didasarkan pada kesesuaian lahan di areal *hot spot*. Dengan rehabilitasi *hot spots* menjadi *bright spots* maka suatu ekosistem akan pulih kembali dan fungsi-fungsi ekonomi dan lingkungannya dapat berkesinambungan (Gambar 4).



Gambar 4. Kerangka pikir proses *Hot Spots* menjadi *Bright Spots*

Gambar 4 menunjukkan suatu ekosistem menjadi suatu *hot spot* dapat dibagi dalam 3 (tiga) tahap, yaitu tahap awal dimana mulai terjadi suatu tingkat ke arah degradasi yang sangat serius, contohnya adanya kebakaran yang berulang-ulang dalam suatu ekosistem. Tahap berikutnya adalah dimana tingkat kerusakan sudah maksimal dan sulit untuk pulih secara alami, butuh perbaikan dengan intervensi yang maksimal. Tahap berikutnya adalah tahap upaya rehabilitasi *hot spot* mulai menunjukkan tanda-tanda keberhasilan (contohnya upaya-upaya rehabilitasi lahan kritis melalui penghijauan dan reboisasi).

Upaya rehabilitasi tergantung pada tingkat sensitivitas terhadap *driver* (penyebab) degradasi dan tingkat resiliensi dari ekosistem tersebut termasuk resiliensi dari masyarakat sekitarnya atau unsur ekosistem lainnya. Sensitivitas adalah mudah tidaknya atau kepekaan suatu ekosistem untuk mengalami perubahan yang diakibatkan oleh suatu agen penyebab perubahan (sebagai contoh lahan berlereng lebih sensitif dibandingkan tanah datar). Sedangkan resiliensi adalah kemampuan ekosistem untuk menahan atau menyerap perubahan, sebagai contoh batas kemampuan suatu danau, sungai atau lahan untuk menampung polutan berbeda-beda dari suatu wilayah ke wilayah lainnya, jika batas ini tidak diketahui maka polutan tersebut akan merusak ekosistem secara permanen atau menimbulkan korban yang banyak, seperti danau yang terpolusi yang mengakibatkan kematian seluruh ikan yang ada (Johnson dan Lewis, 2007). Suatu wilayah terdegradasi atau menjadi *hot spot* dengan tingkat sensitivitas dan resiliensi tinggi akan lebih mudah dipulihkan dibandingkan dengan wilayah dengan tingkat sensitivitas tinggi dan resiliensi rendah dan akan membutuhkan upaya yang lebih besar. Demikian juga wilayah dengan tingkat sensitivitas rendah dan resiliensi rendah akan membutuhkan upaya pemulihan yang lebih besar (Tabel 2).

Tabel 2. Hubungan Sensitivitas dan Resiliensi Terhadap Kerentanan Suatu Ekosistem

Faktor		Sensitivitas	
Derajat		Tinggi	Rendah
Resiliensi	Tinggi	Mudah terdegradasi	Sulit terdegradasi
		Mudah direhabilitasi	Mudah direhabilitasi
	Rendah	Mudah terdegradasi	Sulit terdegradasi
		Sulit direhabilitasi	Sulit direhabilitasi

Sumber: Anonimus (2015)

Faktor-faktor yang berpengaruh atau berkontribusi terhadap sensitivitas dan resiliensi adalah sifat-sifat tanah (persediaan hara, struktur tanah, agregat mikro dan kedalaman tanah), topografi, iklim dan faktor manusia dalam bentuk penggunaan lahan dan kegiatan manajemen. Berikut ini adalah contoh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sensitivitas dan resiliensi seperti Tabel 3.



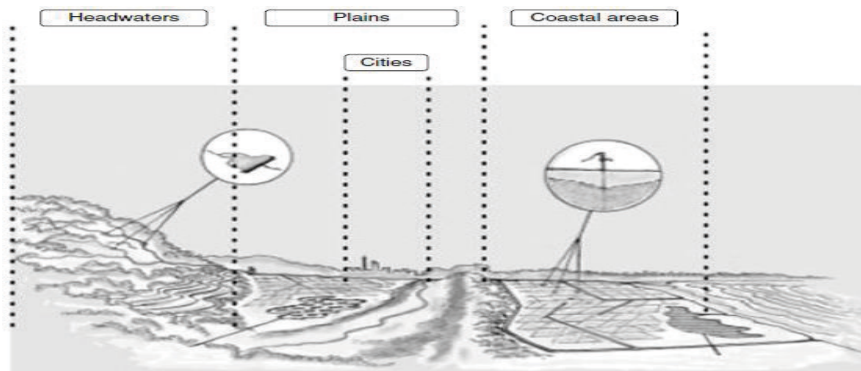
Tabel 3. Faktor-Faktor Alam dan Manusia yang Berpengaruh Terhadap Derajat Sensitivitas dan Resiliensi.

Faktor alam/manusia	Curah hujan tinggi	Bahan organik rendah	Lereng curam	Tanah sodic	Manajemen buruk	Kekeringan	Deforestasi	Tanah Luvisol	Tanah Vertisol
Tanah Vertisol	RS	RS	N/A	SS	RS	TS	TS	N/A	
	RR	RR		RR	SR	RR	RR		
Tanah Luvisol	TS	TS	TS	N/A	TS	TS	TS		
	TR	TR	RR		TR	TR	SR		
Deforestasi	TS	TS	TS	TS	TS	TS			
	TR	SR	RR	RR	SR	SR			
Kekeringan	N/A	TS	TS	TS	TS				
		RR	RR	RR	SR				
Manajemen buruk	OF=S	TS	TS	TS					
	RR	SR	RR	RR					
Tanah sodic	TS	TS	N/A						
	RR	RR							
Lereng curam	TS	TS							
	RR	SR							
Bahan organik rendah	TS								
	TR								
Curah hujan tinggi									

Sumber: Anonimus (2015).

Keterangan: OF=S= ditentukan oleh kombinasinya dengan faktor lainnya; RR= rendah resiliensi; RS= rendah sensitifitas; TS=tinggi sensitivitas; TR=tinggi resiliensi; SR=sedang resiliensi; SS=sedang sensitivitas dan N/A =tidak ada hubungan

Upaya perbaikan menyeluruh dapat dilakukan dengan pengelolaan terpadu yang didasarkan pada pendekatan zona geografis atau ruang yang disebut dengan *Hydronomic zones* (Molden *et al.*, 2001 dalam De Vries, 2003), *Hydronomic zone* terdiri dari: (1) daerah hulu (*headwaters*); (2) dataran (*plains*); (3) perkotaan (*cities*). dan (4) pantai (*coastal areas*) (Gambar 5).

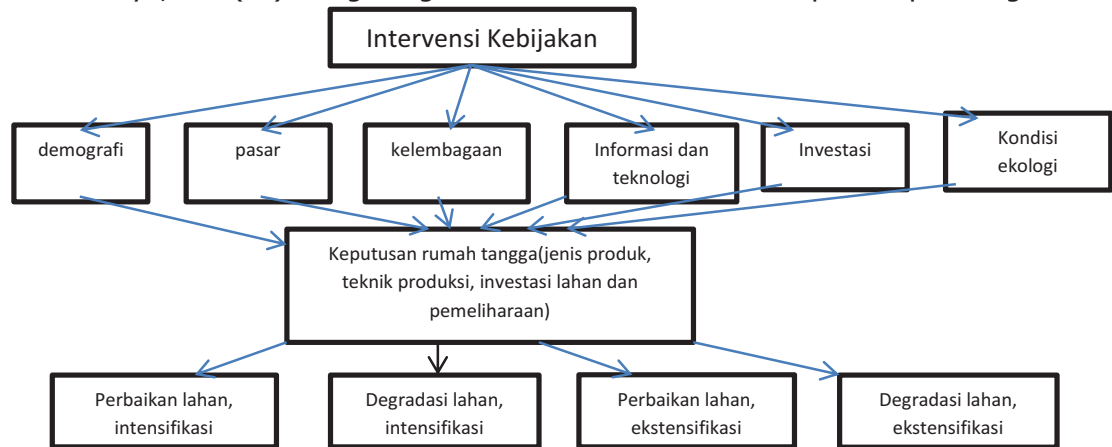


Gambar 5. *Hydronomic Zones* (Molden *et al.*, 2001 dalam de Vries *et al.*, 2008)

Teknis pencegahan degradasi lahan dan rehabilitasi lahan terdegradasi perlu dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi-lokasi *hot spots* sesuai dengan *zona hydronomic* di atas. Penanganan *hot spot* di hulu (*head waters*) akan berbeda dengan di hilir (pantai). Demikian juga walaupun sama-sama di hulu *zone hydronomic*, faktor lain seperti bentuk lereng dan arah lereng juga berpengaruh pada teknik rehabilitasi suatu *hot spots*. Dobre *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kebakaran yang mengakibatkan terbukanya tanah mineral yang lebih luas pada lereng berbentuk cembung (*convex*) dan arah lereng menghadap selatan dibandingkan dengan pada lereng bentuk cekung dan arah lereng yang menghadap ke utara. Perbedaan ini menjadi pertimbangan untuk menentukan teknik rehabilitasinya.

## b. Aspek Kebijakan

Kerangka intervensi kebijakan yang dapat dilakukan untuk melindungi dan memperbaiki kualitas lahan dapat dilihat pada Gambar 6. Terdapat 10 pilihan rekomendasi untuk melindungi dan memperbaiki lahan terdegradasi (Scherr, 1996) sebagai berikut: (1) perbaikan sistem informasi manajemen lahan; (2) peningkatan riset dan teknologi manajemen perbaikan lahan; (3) promosi investasi perbaikan lahan; (4) modifikasi hak-hak property untuk mendorong investasi perbaikan lahan dalam jangka panjang; (5) membangun sistem perencanaan yang partisipatif yang lebih fleksibel dan berkesinambungan; (6) dukungan organisasi lokal untuk manajemen sumber daya lokal; (7) membangun infrastruktur pemasaran; (8) memperbaiki insentif pasar; (9) mendorong pertumbuhan pendapatan desa dan diversifikasinya; dan (10) mengurangi diskriminasi investasi di tempat-tempat marginal.



Gambar 6. Kerangka Kebijakan Untuk Melindungi dan Merehabilitasi Lahan (Templeton and Scherr 1996 dalam Scherr, 1996).

## SKENARIO GLOBAL SAMPAI TAHUN 2020

Scherr (1996) menyebutkan hampir seperempat dari lahan di Asia Tenggara sudah terdegradasi (FAO, 1986), sebagian besar disebabkan oleh erosi air, terutama pada lahan kering dengan curah hujan tinggi. Kemudian diikuti dengan penurunan unsur hara (*nutrient depletion*) tanah. Sistem pertanian yang tidak tepat, termasuk adanya perambahan lahan oleh kaum urban di lahan-lahan pertanian yang subur juga memicu terjadinya degradasi lahan. Karena menggeser aktivitas pertanian ke lahan marginal yang mudah rusak. Areal yang mengalami degradasi di atas sudah menjadi *hot spots* saat ini dan berpotensi untuk menjadi *bright spots* dimasa mendatang.

Skenario kebijakan untuk melindungi dan memperbaiki kualitas lahan di Asia Timur dan Asia Tenggara, sejalan dengan pertumbuhan ekonomi sampai tahun 2020, yang diikuti dengan pertumbuhan urbanisasi dan pertumbuhan industrialisasi, akan merubah fokus dari degradasi lahan menjadi isu lingkungan, terutama yang terkait dengan suplai air dan ancaman

deforestasi di pusat-pusat biodiversitas. Intensifikasi dan diversifikasi produk akan menciptakan peluang-peluang produksi yang bernilai tinggi pada berbagai tipe lahan. Kelangkaan lahan yang sudah mulai terasa akan menekan lahan-lahan marjinal untuk diusahakan terutama di daerah berlereng. Terdapatnya *bright spots* saat ini dan potensinya dimasa mendatang diharapkan terdapat di lahan pertanian utama, hal ini bisa diindikasikan dari produksi padi yang meningkat karena penggunaan varietas unggul, input air dan pupuk, serta penggunaan bahan kimia yang tepat. Liniger dan Critchey (2008) menyebutkan 10 (sepuluh) syarat yang harus diperhatikan untuk menjamin terjadinya *bright spots* yaitu (1) cepat dan menguntungkan; (2) resiko gagal rendah; (3) peluang pasar ada; (4) terdapat aspirasi perubahan; (5) inovasi dan teknologi yang tepat; (6) kepemimpinan; (7) modal sosial; (8) partisipatif; (9) kepemilikan lahan yang jelas; dan (10) dukungan kebijakan. Kesepuluh syarat di atas menjadi kunci terjadinya perubahan *hot spots* menjadi *bright spots* yang berkesinambungan.

Pada tahun 2020, produksi yang bernilai tinggi didapatkan dengan sistem hortikultur, ternak, dan akuakultur di wilayah-wilayah berpenduduk sedang-padat. Hal ini akan memicu investasi lahan. Sistem lain dengan produksi bernilai tinggi adalah sistem pertanian diversifikasi (campuran) dan sistem pertanian berkelanjutan berbasis padi. Di areal pertanian lainnya, dengan kepadatan penduduk rendah, lahan yang peka erosi, tanaman tahunan dapat dikembangkan. Sistem akuakultur akan berkembang di wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi, dengan bantuan teknologi dan pasar. Sistem lainnya yang dapat dikembangkan adalah pembangunan hutan kemasyarakatan (*community forest*) dan juga peternakan. Isu-isu lingkungan yang berpotensi untuk menjadi *bright spots* adalah adanya program wisata/rekreasi yang menjustifikasi isu konservasi (Shcerr, 1996).

### STUDI KASUS PERUBAHAN *HOT-SPOT* MENJADI *BRIGHT-SPOT* DI GUNUNG KIDUL YOGYAKARTA

Salah satu contoh keberhasilan upaya rehabilitasi lahan kritis (merubah areal *hot-spot* menjadi *bright-spot*) terjadi di wilayah Kabupaten Gunung Kidul, DI Yogyakarta. Bentuk-bentuk kegiatan yang dilakukan adalah melalui kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, reboisasi dan hutan kota. Rehabilitasi hutan dilakukan dalam bentuk hutan tanaman rakyat, hutan rakyat dan hutan kemasyarakatan. Jenis-jenis tanaman yang ditanam disesuaikan dengan fungsi kawasan, seperti pada hutan produksi ditanami jati, kayu putih dan lain-lain. Untuk kawasan hutan lindung ditanami *Pinus merkusii*, *Swietenia sp* dan lain-lain. Sedangkan di kawasan yang dekat dengan pemukiman penduduk ditanami tanaman campuran dalam sistem agroforestri dengan berbagai variasi jenis, kayu, pangan, buah dan lain-lain.

Tabel 4. Perubahan Luas Lahan Kritis dan Sangat Kritis di DI. Yogyakarta Dalam Kurun Waktu 2005-2011.

Kondisi/Tahun	2005		2011	
	Kritis (ha)	Sangat kritis (ha)	Kritis (ha)	Sangat kritis (ha)
Lahan kritis	43.549	1110	33.088	471
Upaya rehabilitasi	43.549	1110	33.088	471
Keberhasilan*	Sedang berproses	Sedang berproses	Sedang berproses	Sedang berproses

Sumber: Statistik Kehutanan Tahun 2013 dan \* = dari berbagai sumber

Wilayah Gunung Kidul merupakan salah satu wilayah yang mempunyai areal lahan kritis yang menjadi perhatian sejak tahun 1970 dan upaya-upaya rehabilitasi yang sudah berhasil mengembalikan fungsi produksi dan lingkungan. Proses deforestasi yang dilakukan

pada tahun 1800-an secara masif dan terstruktur ketika Belanda masuk ke Jawa setelah memaksa memecah wilayah Gunung Kidul sebagian menjadi wilayah Kraton Mangkunegaran dan Kraton Yogyakarta (Whitten *et al.*, 1996 dan Enryd, 1998). Selanjutnya disebutkan deforestasi yang dilakukan adalah untuk kepentingan konversi ke kebun dan pertanian pada tahun 1940 sampai dengan 1950-an dengan tanaman kopi. Pada masa penjajahan Jepang, proses deforestasi menjadi semakin tidak terkontrol. Saat itu kayu dibutuhkan untuk kebutuhan perang dan konversi ke tanaman *cotton*, namun program ini mengalami kegagalan karena belum memahami kondisi biofisik di wilayah Gunung Kidul yang didominasi Karst (Sunkar, 2008). Critchley *et al.* (2008) menyebutkan bahwa hasil wawancara dengan petani di Gunung Kidul menyebutkan bahwa penurunan kesuburan tanah, kerusakan teras dan kehilangan tanah disebabkan oleh erosi, karena curah hujan didaerah berlereng dan tipe tanah yang peka erosi. Secara keseluruhan, jumlah lahan kritis di DIY ada sekitar 24.135 Ha atau sekitar 8% dari luas total wilayah provinsi. Jumlah lahan kritis paling banyak berada di Kabupaten Gunung Kidul yakni seluas 12.749 Ha atau sekitar 9% dari luas wilayah kabupaten (PPE, Kementerian Lingkungan Hidup, 2015). Wardana *et al.* (2012) menyebutkan bahwa selama tahun 1940-1970 Gunung Kidul dikenal sebagai daerah gundul (*barren area*), tetapi sekarang telah tertutup vegetasi melalui proses-proses transisi vegetasi dari tahun 1970-an sampai 2012-an. Usaha-usaha rehabilitasi lahan kritis atau *hot-spot* yang telah dilakukan sampai saat ini telah menghasilkan berbagai *bright-spots*, seperti yang ditunjukkan Gambar 7 dan 8. Proses *hot spot* menjadi *bright spot* melalui upaya rehabilitasi tanaman campuran sehingga fungsi produksi (seperti kayu ,padi, sawah dan kacang-kacangan ) dan lingkungan kembali pulih .



Gambar 7.a) hot spot; b) proses *bright spot*



Gambar 8. Pola agroforestry dimusim kemarau

Selain pola tanaman campuran, silvopastur dapat menjadi alternatif dalam upaya rehabilitasi lahan kritis/*hot spots* di wilayah Gunung Kidul (Gambar 9 a). Usaha rehabilitasi lahan kritis di kawasan lindung (daerah hulu) selain berpotensi fungsi lingkungan juga dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk ekowisata (Gambar 9 b). Raymond (2014) menyebutkan sebaiknya kebijakan rehabilitasi lahan dalam suatu wilayah DAS tidak bisa terlepas dari strategi dalam mencari jenis mata pencaharian, teknik pertanian yang tepat, kepastian identitas lahan, nilai-nilai lokal dan kesejahteraan masyarakat. Dari segi kelembagaan perlu adanya integrasi semua institusi yang terlibat. Di masa mendatang usaha-usaha untuk melanjutkan upaya rehabilitasi lahan kritis di wilayah Gunung Kidul akan dilakukan dibawah Kesatuan Pengelolaan Hutan Yogyakarta (KPH Yogyakarta,2013).



Gambar 9. a) Pola rehabilitasi dengan silvopastur;b) hasil rehabilitasi dengan *Pinus merkusii* dan lain-lain di hutan lindung

## PENANGANAN HOT SPOTS DAN UPAYA REHABILITASI DI MASA MENDATANG

Pertanian berkelanjutan (Rientjes *et al.*, 1999) menyebutkan pembangunan pertanian yang berkesinambungan dimasa mendatang harus menggunakan masukan atau input luar yang relatif kecil. Perbedaan ekoregion, yaitu pembagian wilayah geografis yang mempunyai kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, fauna serta interaksi antara manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup (Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup), menyebabkan penanganan *hot-spots* dan rehabilitasinya perlu didasarkan pada pola perbedaan di atas.

Pembagian ekoregion di Indonesia saat ini baru dilakukan berdasarkan pulau atau kepulauan utama, yaitu terdiri dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Papua-Maluku, dan Bali Nusa Tenggara yang merupakan kesatuan wilayah daratan dan lautan yang mengelilinginya. Selain perbedaan ekoregion, perbedaan karakteristik sumber daya lahan dalam suatu *hydronomic zone* memerlukan pendekatan yang berbeda dalam usaha pencegahan degradasi dan rehabilitasi lahan yang sudah terdegradasi. Perlu disusun suatu *Road Map* Nasional yang berbasis ekoregion dan *hydronomic zone* (perbedaan ekosistem mulai dari hulu suatu DAS sampai hilir/pantai) dan menjadi dasar pelaksanaan upaya rehabilitasi dan pencegahan degradasi ditingkat provinsi dan kabupaten. *Road Map* tersebut harus memuat upaya-upaya rehabilitasi dan pencegahan dengan prinsip integrasi sosial budaya, lintas sektor, teknologi ramah lingkungan, mitigatif dan adaptif terhadap perubahan iklim, sistem informasi lahan yang terpadu dan peningkatan semua kapasitas semua stakeholder terkait.

## PENUTUP

Proses degradasi lahan telah menimbulkan berbagai bentuk kerusakan yang ditunjukkan dengan timbulnya areal-areal *hot-spots*, yaitu areal-areal yang telah mengalami penurunan kesuburan tanah dan produktivitas lahan, bahkan di beberapa di antaranya tidak mampu lagi berproduksi. Usaha rehabilitasi ditujukan untuk merubah areal *hot-spot* menjadi *areal brights-spot*. Sepuluh syarat yang harus diperhatikan untuk menjamin perubahan hot spots menjadi *bright spots* yang berkesinambungan adalah: (1) cepat dan menguntungkan; (2) resiko gagal rendah; (3) peluang pasar ada; (4)terdapat aspirasi perubahan; (5) inovasi dan teknologi yang tepat; (6) kepemimpinan; (7) modal sosial; (8) partisipatif; (9) kepemilikan lahan yang jelas; dan (10) dukungan kebijakan. Kesepuluh syarat di atas menjadi kunci keberhasilan *bright spots*.

Salah satu contoh keberhasilan upaya rehabilitasi lahan kritis, sehingga telah merubah areal *hot-spot* menjadi *bright-spot*, terjadi di wilayah Kabupaten Gunung Kidul, DI Yogyakarta. Proses rehabilitasi dilakukan melalui kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, reboisasi, dan hutan kota. Rehabilitasi hutan dilakukan dalam bentuk hutan tanaman rakyat, hutan rakyat dan hutan kemasyarakatan. Jenis-jenis tanaman yang ditanam disesuaikan dengan fungsi

kawasan. Untuk kawasan hutan yang dekat dengan pemukiman penduduk ditanami tanaman campuran dalam sistem agroforestri dengan berbagai variasi jenis, kayu, pangan, buah dan lain-lain.

Prinsip ekoregion (yaitu pembagian wilayah geografis yang mempunyai kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, fauna, serta interaksi antara manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup) merupakan aspek yang perlu diperhatikan dalam upaya rehabilitasi lahan ke depan. Oleh karena itu perlu disusun suatu *road-map* rehabilitasi dan pencegahan degradasi lahan yang berbasis ekoregion. Selain perbedaan ekoregion, perbedaan karakteristik sumber daya lahan dalam suatu *hydronomic zone* memerlukan pendekatan yang berbeda dalam usaha pencegahan degradasi dan rehabilitasi lahan yang sudah terdegradasi. Oleh karena itu, perlu disusun suatu *Road Map* Nasional yang berbasis ekoregion dan *hydronomic zone*, yang dapat dijadikan dasar pelaksanaan upaya rehabilitasi dan pencegahan degradasi lahan ditingkat provinsi dan kabupaten.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. ,2015. Chapter 2: What is land Degradation. [http://archive.unu.edu/env/plec/l-degrade/D-Ch\\_2.doc](http://archive.unu.edu/env/plec/l-degrade/D-Ch_2.doc) diunduh tanggal 5 Nopember 2015.
- Anwar,S. 2009. Land degradation Assessment in drylands in Indonesia.Procedings of the regional land degradation assessmnet in drylands (LADA).Workshop for Southeast Asia,27-30 April 2009,Bangkok, Thailand. FAO of the UN (ed.Rungsun Im-Erb),Samran Sombatpit,Yuji Niiono and Riccardo Biancalani.
- Atmojo, S.W. 2006. Degradasi lahan dan ancaman bagi pertanian. Solo Pos, Selasa 7 Nopember 2006.
- Critchley, W., G.Negi, and M.Brommer. 2008. Local Innovation in Green Water Management.CAB International. Conserving Land, Protecting Water (*eds: D.Bossio and K.Geheb*). p: 107-119.
- De Vries,P., H. Aquay, D.Molden, S. Scherr, C.Valentin, and O. Coffie. 2008. Learning from the bright spot to enhance food security and to combat degradation of water and land resources. CAB International. Conserving Land, Protecting Water (eds. D. Bossio and K.Geheb). pp:19
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan DIY Yogyakarta. 2014. Rencana Pengelolaan Kesatuan Pengelolaan Hutan Yogyakarta 2014-2023. Balai Kesatuan dan Pengelolaan Hutan, Dinas Kehutanan dan Perkebunan DIY Yogyakarta. Yogyakarta
- Dobre, M., J.Q.Wu.,W.J. Elliot, I.S. Miller, and T.B. Jain. 2014. Effects of topographic features on post fire exposed mineral soil in small watershed.Forest Science Vol.60.No.6 Desember 2014.p:1060-1065
- Enryd, M.C. 1998. The spatial relationship between physical features and utilization of land.A land capability classification within the regencies of Sleman &Gunung Kidul, Special Province Yogyakarta, Indonesia.Goteborg Universiteit.Sweden.
- Gashaw, T., A. Bantider, and H.G. Silassie. 2014. Land degradation in Ethiopia: Causes, impacts and rehabilitation techniques.Journal of Environmentand Earth Sciences Vol.4 No.9. 2014. p: 98-104



- Gichuki, F and D.Molden. 2008. Bright basins-Do many bright spots Make a Basin Shine.CAB International. Conserving Land, Protecting Water. Edited by Deborah Bossio and Kim Geheb). p: 149-162
- Glantz, M,H., R.Gomez and S.Ramasamy. 2009. Coping with a changing climate: Consideration for adaptation and mitigation in agricultural. Food and Agriculture Organization of the United States. Rome.
- Glantz,M.H. 2003. Environment and Natural Resources Service Sustainable Development Program Guideline for Establishing Audits of Agricultural Environmental (AG-EN) hot spots . Working Paper No.15. FAO of the UN. Rome.
- Johnson, D.L and L.A.Lewis. 2007. Land degradation: creation and destruction.second edition. Rowman & Littlefield Publisher Inc.Lanham.Boulder.New York.Toronto.Oxford.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2015. Profil Ekoregion Jawa <http://ppejawa.com/ekoregion/>: diunduh tanggal 5 Nopember 2015
- Kementerian Pertanian. 2015. Renstra Kementerian Pertanian 2015-2019. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Liniger, H and W. Critchley. 2008. Safeguarding water resources by making land greener: Knowledge management through WOCAT.CAB International. Conserving Land, Protecting Water (eds D.Bossio and K.Geheb) p: 129-148
- Mahler, P. 2003. Importance of monitoring in hot and bright spots .Thema 3: Local land degradation assessment .Data sets, indicator and methods to assess land degradation in drylands. Report of the LADA e-mail conference 9 October-4 November 2002. World Soil Reports.Food and Agricultural Organization of the United Nations.Rome. p: 49-52
- Nachtergaele, F and C.Licover-Manzur. 2008. The Future of drylands (eds.Cathy Lee and Thomas Schaaf. International Scientific Conference and drylands Research Tunis,Tunisia, 19-21 June 2006.Springer.UNESCO.
- Nactergaele, F. and C. Licover-Manzur. 2008. The Future of dryland (eds.Cathy and Thomas Schaaf. The Land degradation assesment in dry land (LADA) project.Indicator, interpretation and monitoring within the DPSIR-Framework (p:327-348). International Scientific conference and drylands research Tunis.Tunisia, 19-21 June 2006.Springer.Unesco Publishing.
- Noble, A.,D.Bossio., J.Pretty, and F.P. De Vries. 2008. Bright spots: Pathway to ensuring food security and Enviromental Integrity.CAB International.Conserving Land, Protecting Water (eds.D.Bossio and K.Geheb) hal:191-203
- Pasandaran,E., M. Syam dan I. Las. 2011. Degradasi Sumber daya Alam: Konversi dan Fragmentasi Lahan Ancaman Bagi Kemandirian Pangan (*eds. S.M. Pasaribu, H. P. Saliem, H. Soeparno, E. Pasandaran dan F. Kasryono*). Badan Litbang Pertanian, Kementerian pertanian. IPB-Press. hal:34-53

- Raymond, V.R. 2014. Pengelolaan Sumber daya Air dan lahan di Jawa: Studi Kasus di Wilayah Kerja Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dan Bengawan Solo. Prosiding Seminar Pengelolaan DAS Terpadu untuk Kesejahteraan Masyarakat :30 September 2014 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Reintjes, C., B.Haverkort, and A.Waters-Bayer. 1999.Pertanian Masa Depan.Pengantar Untuk Pertanian Berkelanjutan dengan input luar rendah (terj.Y.Sukoco,SS). Kanisius.p: 273
- Scherr, S.J and S.Yadav. 1996. Land Degradation in Developing World: Implications for Food, Agriculture, and the Environment to 2020. Food, Agriculture and the Environment Discussion paper 14. International Food Policy Reserac Institute. Washington
- Statistik Kehutanan Indonesia. 2013. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Sunkar, A. 2008. Deforestasi and rocky desertification process in Gunung Sewu Karst Landscapae (Proses degradasi dan rocky desertification di lanskap karst Gunung Sewu. Media Konservasi Vol.13.No.3 Desember 2008. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.hal:1-7
- Tyler, S and L.Fajber.2009 . Land and Water Resource Management in Asia : Challenges for Climatic Adaptations. International Institute for Sustainable Development. Manitoba.Canada.
- Vu, M.Q. 2014. Multi Level Assessment of land degradation: The case of Vietnam.A Thesis to attain degree of A thesis submitted to attain the degree of Doctors of Sciences of Eth Zurich.Bonn University.Germany.
- Wardana, W., J.Sartohadi, L. Rahayu, dan A. Kurniawan. 2012. Analisis Transisi Lahan Kering di Kabupaten Gunung Kidul Dengan Citra Penginderaan Jauh Multi Temporal. Jurnal Ilmu Kehutanan Vol VI No.2 , Juli-September 2012. Yogyakarta.
- Whitten T, R.E. Soeriaatmadja RE, & and S.A. Afiff SA. 1996. The Ecology of Java and Bali. Periplus, Singapura
- WRI (World Research Institute). 2000. World Resources 2000-2001: People and Ecosystem. The Fraying Web of Life. Elsevier Science Ltd.Oxford,UK.