

PERENCANAAN PENGGUNAAN LAHAN UNTUK PEMBANGUNAN PERTANIAN BERBASIS EKOREGION

Wahyunto, Nono Sutrisno dan Ai Dariah

PENDAHULUAN

Keadaan lingkungan dan sumber daya lahan pada saat ini sudah memprihatinkan. Lahan-lahan yang berpotensi untuk pertanian sebagian besar telah digunakan secara intensif sejalan dengan semakin meningkatnya kebutuhan penduduk setiap tahunnya. Di beberapa kawasan telah mulai terbatas ketersediaannya dan cenderung menurun terus daya dukungnya serta menjadi terdegradasi akibat kurangnya usaha-usaha konservasi sumber daya lahan dan pengamanan lingkungan. Bahkan beberapa tempat penggunaan lahan pertanian telah mulai bergeser ke kawasan lindung dan konservasi yang berfungsi sebagai kawasan peresapan dan penyangga ekosistem di lingkungannya (KLH, 2005).

Dalam usaha optimalisasi penggunaan lahan dan meningkatkan produktivitas lahan pertanian yang berwawasan lingkungan maka berbagai pertimbangan terhadap kemungkinan penggunaan lahan yang lebih sesuai dan menguntungkan sangat diperlukan. Pengambilan keputusan tersebut hanya dapat dilaksanakan apabila melalui proses perencanaan penggunaan lahan yang terarah. Dalam hal ini pemanfaatan lahan harus disesuaikan dengan daya dukung dan potensi lahannya (*carrying capacity*) mempunyai peranan yang cukup penting. Optimalisasi penggunaan lahan pertanian & peningkatan produktivitas lahan yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan harus mempertimbangkan: 1) aspek biofisik dalam suatu kawasan ekologi/ekoregion termasuk daya dukung dan potensi lahan; 2) aspek sosial-ekonomi, 3) aspek konservasi dan kelestarian lingkungan untuk kelangsungan penggunaan dimasa yang akan datang (Irawan, 2013). Dengan meningkatnya permintaan akan lahan, semakin intensifnya penggunaan lahan, maka pemanfaatan lahan secara optimal tanpa mengganggu lingkungan hanya dapat dilaksanakan apabila lahan digunakan menurut kesesuaian, dan daya dukungnya (Subagja, 2000).

Pembangunan wilayah termasuk pembangunan pertanian berbasis ekoregion adalah pembangunan berbasis pengelolaan secara lestari sumber daya alam dan keanekaragaman hayati (*bio-diversity*). Dalam pembangunan berbasis ekoregion, tidak melarang pemanfaatan sumber daya alam, tetapi bagaimana memanfaatkan secara proporsional, sesuai potensi yang tersedia, daya dukung dan daya tampung ekologis (KLH, 2014). Konsep ekoregion sebenarnya hampir sama dengan pengelolaan kawasan yang telah diterapkan pada beberapa wilayah Indonesia. Bedanya, Ekoregion lebih terintegrasi secara luas, tidak dibatasi oleh aspek geografis, administrasi pemerintahan, wilayah otorita, wilayah adat, maupun batas negara. Ekoregion berbasis ketersediaan sumber daya alam dan keanekaragaman hayati, yang secara geografis berdasarkan bentang lahan (*landscape*), daerah aliran sungai dan iklim. Wilayah ekoregion juga tidak hanya mencakup sumber daya alam/ fisik, tetapi mencakup kehidupan masyarakat secara komprehensif (KLH, 2014)

Dari bentuk lahan kurang lebih tercermin batuan-batuan pembentuknya, beberapa ciri khas tanahnya, vegetasi penutupnya, penyediaan air permukaan dan air tanahnya, serta gerakan masa batuan yang pernah terjadi (Surastopo, 1985). Dengan demikian mengkaji bentang lahan dan bentuk lahan berbasis eko-region, pembangunan pertanian dapat dilakukan sesuai dengan daya dukung lahan dan kawasannya. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung dan kemampuannya akan mengakibatkan rusaknya suatu kawasan eko-region termasuk sumber daya lahan, air dan lingkungannya (Subardja dan Erna suryani, 2013).

SATUAN EKOREGION

Keadaan ekoregion dan sumber daya lahan/tanah dari suatu daerah merupakan suatu batasan fisik dan kemajuan teknologi yang diterapkan kepadanya, belum tentu dapat mengatasi masalahnya secara tuntas. Bila dalam pengelolaannya mengabaikan batasan yang ada maka dapat berakibat fatal bagi pengguna suatu kawasan ekoregion tersebut. Dalam perencanaan penggunaan lahan perlu memperhatikan pembatas dan kemampuannya agar terhindar atau resikonya kegagalan.

Perencana dalam kaitan ini dapat mempelajari kondisi ekoregion yang mencakup informasi: lahan/tanah, lereng, iklim, hidrologi, landuse, penduduk, sosek dan seterusnya. Dalam suatu ekoregion misalnya untuk perencanaan daerah, pengelompokan yang lebih diarahkan ke faktor lahan dan lereng sangat penting. Misalnya lahan berlereng lebih dari 75% tidak diperbolehkan sebagai lahan usaha tani, tetapi sebaiknya untuk konservasi/dihutankan. Sebagai contoh misalnya perencana ingin mengembangkan perkebunan kelapa sawit, tetapi setelah dioverlay dengan peta ekoregion ternyata wilayahnya sebagian besar berlereng >45%. Karena itu disarankan agar mencari/memberikan petunjuk lahan/kawasan lainnya yang memungkinkan untuk diusahakan sebagai perkebunan kelapa sawit yang lebih layak/sesuai. Alternatif lain bila teknologi dapat dikuasai, maka lahan tersebut masih memungkinkan untuk perkebunan kelapa sawit dengan usaha konservasi lahan merupakan prioritas utama. Dari data lereng dan sifat lahan/tanah, dan iklim akan dapat ditentukan apakah usaha pertanian serta perlakuan/managemen yang harus dilakukan, misal teras bangku atau teras gulud.

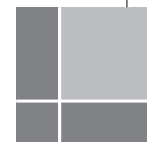
Suatu kegiatan perencanaan daerah atau perencanaan pembangunan pertanian pada khususnya tidak luput dari perlunya data kondisi lingkungan fisik dan ekoregion termasuk sumber daya lahan/tanah yang tersedia. Tanpa mempergunakan data-data tersebut perencana akan sangat kesulitan untuk membuat suatu perencanaan pertanian yang baik di daerah tersebut (Ismangun,1990). Untuk meningkatkan dan mempertahankan produktivitas lahan, maka sangat diperlukan usaha perbaikan tanah melalui pemupukan, serta usaha konservasi tanah pada lahan berlereng lebih dari 8%. Perhatian terhadap tindakan konservasi tanah harus lebih menonjol terutama didaerah perbukitan yang intensitas hujannya tinggi dan tidak dijumpai bulan kering.

Satuan ekoregion yang terdapat di Indonesia (mungkin masih ditemukan eko-region yang belum teridentifikasi) disajikan pada Tabel 1. Ekologi pada satuan Ekoregion perbukitan, pegunungan, karst dan lereng atas/sebagian lereng tengah volkan serta kawasan gambut tebal (tebal gambut >3m), sebaiknya tetap dijaga dan dipertahankan sebagai kawasan lindung dan konservasi yang antara lain berfungsi untuk menjaga kelestarian lingkungan.

a. Marin

Ekoregion marin merupakan daerah yang terkena pengaruh air laut/asin, sehingga lokasi kawasannya relatif dekat dengan pesisir/pantai. Daerah marin (*resent dan sub resent*) berada pada lingkungan air asin atau payau. Ekoregion marin berupa jalur-jalur beting pasir pantai dan cekungan antar beting pantai (*swalles*) yang memanjang sejajar garis pantai. Cekungan ini umumnya tergenang/berawa-rawa. Setempat-setempat jalur ini terpotong oleh alur-alur pasang surut (*tidal creeks*), di dataran pasang surut dengan tanahnya yang masih mentah berpotensi sulfat masam. Bentuk wilayah datar, datar agak cekung dan dataran agak melandai dengan lereng <3%.

Daerah yang dekat dengan pantai dan sepanjang muara sungai akan dipengaruhi oleh pasang surut yang umumnya ditumbuhi oleh hutan bakau atau rumput rawa. Sedangkan daerah yang relatif jauh dari laut menjadi rawa permanen yang bersifat payau sampai tawar yang umumnya ditumbuhi oleh vegetasi rendah atau rumput serta sebagian telah disawahkan.



Lahan rawa pasang surut yang relatif cekung, pantainya berlumpur sering ditumbuhi bakau, selalu tergenang air dan merupakan daerah potensial sulfat masam. Dengan menjaga kelestarian habitat pantai, daerah ini dapat dijadikan wilayah perikanan tambak dan dengan pengendalian air yang baik setempat-setempat merupakan daerah potensial untuk persawahan. Beting pantai cukup potensial untuk pengembangan tanaman kelapa.

Keadaan tanah umumnya belum berkembang dan selalu tergenang air. Tanah berpenampang dalam, tekstur halus sampai sedang, kadang-kadang bercampur bahan organik. Pada tempat-tempat yang telah mendekati garis pantai akan memungkinkan terbentuknya tanah sulfat masam atau sulfat masam potensial. Jenis tanah ini apabila muncul dipermukaan dalam jumlah diatas ambang toleransi tanaman akan sangat membahayakan. Ekoregion ini berpotensi untuk persawahan pasang surut dan tambak. Di beberapa tempat tertentu (daerah pantai berpasir) cukup bagus untuk dimanfaatkan sebagai obyek wisata.

b. Vulkan

Eko-region vulkan terbentuk karena aktivitas vulkanik/gunung berapi (*resent atau sub-resent*). Ekoregion vulkan ini dicirikan dengan adanya bentukan kerucut vulkan, aliran lahar, lava ataupun dataran yang merupakan akumulasi bahan vulkanik. Kerucut vulkan merupakan vulkan muda yang masih aktif, diantaranya di Sumatera (Gunung Sibayak, Sinabung, Gunung Betung, Gunung Pesawaran), di P. Jawa (Gunung Salak, Gunung Merapi, Gunung Sumbing, gunung Merbabu, Gunung Slamet, P.Bali (Gunung Agung), P.Lombok (Gunung Rinjani). Berdrainase baik dan kaya unsur hara sehingga lebih subur dari daerah sekitarnya. Pegunungan vulkan tua, umumnya bentukan kerucut sudah tidak tampak karena sudah terpengaruh oleh proses patahan, lipatan dan angkatan sebagai proses sekunder, sebagian besar tersusun dari batuan andesitik, dasitik dan/atau plutonik serta granitik.

Ekoregion vulkan, secara umum lahannya cenderung relatif lebih baik sifat kesuburannya, terutama ekoregion gunung api kerucut vulkan, karena bahan vulkanik mengandung cadangan bahan mineral/ hara yang diperlukan bagi tanaman cukup banyak. Pada bagian lereng tengah sering didominasi oleh tanah Andept (Andisol) yang terdapat pada ketinggian 700 m dpl atau lebih. Tanah ini umumnya sangat baik untuk lahan pertanian tanaman sayuran (wortel, kentang, kobis, tomat, bawang daun), dan tanaman perkebunan (teh, kina, kopi). Dengan mengetahui penyebaran ekoregion yang didominasi oleh tanah Andept perencana dapat mempunyai gambaran mengenai arah untuk penyebaran tanaman teh atau sayuran/tanaman hortikultura dataran tinggi. Penghambat utama adalah tanah peka terhadap erosi, sehingga perlakuan konservasi tanah perlu diperhatikan.

Lereng bawah di daerah kerucut vulkan dan dataran vulkan dengan bentuk wilayah datar, berombak, sampai bergelombang berpotensi baik untuk pengembangan tanaman pangan, perkebunan dan hortikultura. Lereng atas dan tengah kerucut vulkan serta daerah berbukit dan bergunung (lereng >30%) hendaknya tetap dipertahankan sebagai kawasan lindung/konservasi. Penghambat utama di ekoregion ini terutama yang berlereng terjal adalah bahaya erosi sehingga tindakan konservasi tanah perlu diterapkan.

c. Aluvial

Ekoregion Aluvial terutama terbentuk dari endapan sungai, endapan danau serta proses koluvasi/longsoran dari kaki perbukitan/pegunungan atau bahan vulkanik. Dapat juga berupa dataran di sekitar jalur aliran sungai, rawa belakang, kipas aluvial/koluviyal serta pelembahan. Aluvial merupakan bentukan lahan yang masih muda (Umur Geologi: Holosen dan Pleistosen), yang terbentuk dari proses fluvial (aktivitas sungai), ataupun gabungan dari proses fluvial dan Koluviyal, dan tidak dipengaruhi oleh proses lipatan dan/atau patahan (Marsoedi Ds *et al.*, 1994).



Lahannya sebagian mempunyai permukaan air tanah dangkal atau bahkan tergenang. Wilayah demikian mendapat pengaruh air tanah, baik yang tidak menggenang maupun yang menggenang, daerah ini secara alami mempunyai sumber air tanah dangkal. Tanah utama yang terbentuk adalah jenis tanah muda yang berasosiasi dengan lingkungan basah. Bentuk wilayah datar, datar agak cekung dan datar agak melandai dengan lereng <5%. Tanah terbentuk dari bahan endapan halus dan kasar. Umumnya bersolum sedang sampai dalam, berdrainase agak terhambat sampai baik. Tekstur dipengaruhi oleh bahan endapan yang menyusunnya, umumnya dibagian lembah/ cekungan bertekstur lebih halus. Tingkat kesuburan tanahnya tergantung pada bahan di daerah sekitarnya, dan dari mana bahan itu berasal. Kandungan hara sedang sampai rendah di beberapa tempat ada yang cukup tinggi, dimana lapisan atas lebih baik daripada lapisan bawah. Daerah ini cukup berpotensi untuk pengembangan pertanian tanaman pangan, serta mempunyai potensi besar untuk daerah persawahan atau tanaman yang tahan air. Dataran aluvial dianjurkan untuk pertanian tanaman pangan/sawah, penghambat utama adalah masalah genangan atau bahaya banjir.

d. Gambut

Ekoregion rawa gambut sebagian besar berasal dari tanah gambut (Histosol), yang mempunyai ciri khas dan permasalahan tersendiri. Terbentuk di daerah rawa baik rawa pedalaman maupun rawa dataran pantai dengan akumulasi bahan organik yang cukup tebal, dapat berupa kubah (*dome*) maupun bukan kubah. Ketebalan gambut bervariasi antara 0,5 sampai lebih dari 10 m. Bentuk permukaan seperti kubah dengan perbedaan tinggi tidak lebih dari 10 m (Badan Litbang Pertanian, 2012 ; Wahyunto, 2004).

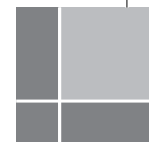
Ekoregion gambut terdiri dari gambut topogen dan ombrogen. Sebagian besar posisinya terletak dibawah 50 m dpl dan relatif dekat dengan daerah dataran rawa atau dataran pantai. Bahan organik pembentuk tanah sebagian telah terdekomposisi menjadi hemist dan saprist, serta diperkirakan komposisi abunya tidak kaya akan unsur-unsur hara. Bahan mineral dibawah gambut umumnya miskin unsur hara, baik yang bertekstur halus maupun kasar mengingat bahan asalnya didominasi oleh kuarsa (M.Noor, 2010).

Dibagian pinggir yang berbatasan dengan dataran marin atau dataran aluvio-marin sering dipengaruhi air laut. Vegetasi spesifik yang masih alami berupa hutan rawa gambut. Untuk jangka panjang kubah gambut eutrofik lebih baik dari pada kubah gambut oligotrofik karena lebih subur. Berdasarkan ketebalan gambut yang dianjurkan untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, adalah gambut dengan ketebalan kurang dari 3 m yang dianjurkan untuk lahan pertanian. Lahan ini bila diusahakan untuk pertanian perlu teknologi khusus, karena bila kering mudah terbakar, tererosi dan tidak balik (*irreversible*).

Pada pusat kubah gambut (*center peat dome*) sebaiknya tetap dilindungi sebagai kawasan peresapan air atau kawasan konservasi dan menjaga kelestarian ekosistem di kawasanya. Sedang di bagian pinggir, dengan ketebalan gambut <3 m pada bagian-bagian tertentu masih bisa digunakan untuk pengembangan pertanian dengan penghambat utama kandungan unsur hara rendah dan air tanah dangkal.

e. Dataran

Dataran umumnya tersusun dari batuan sedimen, berbentuk wilayah datar, berombak, bergelombang sampai agak berbukit. Sebagian daerahnya telah dibuka dan digunakan untuk tanaman pangan dan perkebunan, Hutan Tanaman Industri (HTI) dan lainnya masih berupa hutan dan semak belukar. Tanah umumnya berpenampang agak dalam sampai dalam, tekstur lapisan atas sedang sampai agak kasar, lapisan bawah sedang. Drainase baik sampai agak terhambat. Kesuburan tanah sangat rendah sampai sedang. Ekoregion ini bisa diarahkan untuk pengembangan tanaman pangan atau perkebunan, dengan faktor penghambat utama adalah miskin unsur hara.



f. Karst

Ekoregion Karst, didominasi oleh bahan kalkarius (kapur/berkapur) dan secara umum keadaan morfologi daerah ini tidak teratur. Kawasan Karst umumnya berbentuk wilayah berbukit sampai bergunung dan tersusun dari batu kapur keras dan lunak. Ekoregion karst dicirikan oleh adanya proses pelarutan bahan batuan penyusun, yaitu dengan terjadinya sungai bawah tanah, gua-gua dengan stalagtit dan stalagmit. Didominasi oleh tanah Mediteran (Hapludalfs) yang menempati punggung-punggung diantara batu kapur dan Dystrudepts yang menempati kaki lereng batu kapur. Tanah berpenampang sedang sampai dangkal, tekstur halus, drainase baik. Kesuburan tanah sedang sampai rendah. Daerah ini tidak mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai daerah pertanian, kecuali batukapurnya yang dapat diniagakan. Faktor penghambat bahaya erosi dan relief/lereng.

g. Perbukitan

Perbukitan terbentuk karena adanya gaya tektonik dan proses geomorfik di permukaannya yang menghasilkan morfologi/relief tidak beraturan, dengan perbedaan ketinggian tempat (amplitudo 10-300 m). Variasi litologi menentukan ketidak teraturan tersebut. Bagian perbukitan yang berlereng antara 15-30% sebagian masih bisa dikembangkan untuk usaha tanaman tahunan dengan tindakan pencegahan erosi.

h. Pegunungan

Ekoregion pegunungan terbentuk dari batuan sedimen masam, metamorfik, tuf vulkan dan plutonik. Secara umum lahannya berlereng curam sampai sangat curam sekali. Sebagian besar lahannya masih tertutup hutan hanya beberapa tempat yang sudah mulai digunakan penduduk untuk perladangan dan pertanaman sayuran. Tanah bersolum sedang sampai sampai agak dangkal, drainase cepat, reaksi tanah masam, miskin fospor dan kation basa.

Ekoregion pegunungan umumnya wilayahnya berlereng terjal, areal yang tidak terjal penyebarannya sempit. Sifat lahannya bervariasi tergantung sumber bahan asalnya. Tanah yang terbentuk dari batuan sedimen masam, keadaan tanahnya kurang baik bila dibandingkan dengan tanah yang terbentuk dari bahan vulkan intermedier. Karena bentuk wilayah serta lerengnya yang curam daerah ini tidak potensial untuk lahan pertanian.

i. Perbukitan angkatan dan lipatan/patahan

Perbukitan angkatan (*uplifted*) terbentuk sebagai akibat berlangsungnya proses pengangkatan karena adanya gaya endogen. Proses angkatan yang berlangsung dapat berupa angkatan mendatar, angkatan miring, atau bentuk angkatan lainnya.

Perbukitan lipatan/ patahan (*folded/ faulted*) terbentuk dari proses pengangkatan lebih lanjut sehingga terbentuk lipatan atau patahan-patahan yang ditunjukkan oleh lapisan-lapisan geologi yang terlipat dan atau tidak menyambung.



Tabel 1. Satuan Ekoregion di Indonesia

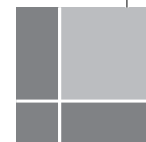
Ekologi	Eko-regional	sub-ekoregion-1
Marin/pantai/pesisir	dataran pantai Rawa mangrove Dataran pasang surut Teras pantai Padang lamun	Dikelompokan berdasarkan: bahan yang diendapkan, drainase, penutupan Vegetasi
Dataran	dataran rendah dataran tinggi Dataran aluvial pantai dataran aluvial sungai Dataran Banjir Dataran rawa	dataran aluvio koloval rawa air tawar rawa pasang surut/payau Rawa gambut
Pegunungan vulkanik	Kerucut vulkan (muda) Pegunungan vulkan tua	Dikelompokan berdasarkan lereng dan bentuk wilayah
Perbukitan	Perbukitan antiklinal Perbukitan synklinal Lembah synklinal Lipatan perbukitan antiklinal Lipatan lembah sinklinal Blok patahan perbukitan karst	Dikelompokan berdasarkan bahan induk/ litologi dan lereng
Pegunungan	Pegunungan blok patahan Pegunungan vulkanik	Dikelompokan berdasarkan litologi dan lereng

Sumber: Pusat Pengelolaan Eko-Regional, Kementerian Lingkungan Hidup, 2014 (diolah)

TANTANGAN PEMBANGUNAN PERTANIAN BERBASIS EKOREGION

Implementasi pembangunan pertanian berbasis satuan ekoregion dihadang berbagai tantangan, termasuk implementasi Otonomi daerah. Secara umum masing-masing daerah seolah-olah berlomba mengeksplorasi sumber daya alam untuk mengejar pendapatan daerah, berdasarkan batas wilayah administratif. Dengan demikian secara tidak langsung, dalam penerapan otonomi daerah, justru menjadi potensi kontraproduktif dalam implementasi kegiatan pembangunan wilayah/pertanian berbasis ekoregion.

Tantangan berikutnya adalah inkonsistensi kebijakan pembangunan pengelolaan sumber daya alam. Pemerintah pusat dan daerah cenderung bertumpu dan mengandalkan pada kekuatan ekonomi pada (1) sektor pertanian/perkebunan yang berorientasi pada pembukaan lahan besar-besaran lewat program pusat pengembangan kawasan perkebunan dan tanaman semusim dan (2) sektor pertambangan (minyak dan gas, batubara, galian C). Untuk mencapainya, tidak tertutup kemungkinan mengkesampingkan aspek konservasi pada suatu wilayah pengelolaan berbasis satuan ekoregion. Tantangan lain adalah penetapan tata ruang wilayah yang lebih berorientasi pada pertumbuhan. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) sering tidak mempertimbangkan potensi, daya dukung dan daya tampung ekologis. Dampak pembangunan/pengembangan wilayah yang tidak mempertimbangkan daya dukung lahan dan karakteristik ekoregion setempat adalah terjadinya bencana yang frekwensi dan intensitasnya semakin tinggi. Contoh-contoh bencana yang telah terjadi seperti berikut ini.



Bencana Hidrometeorologi

Pada tahun 2015, jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan sekitar 255,4 juta jiwa. Tahun 2030 diproyeksikan meningkat menjadi 296,4 juta jiwa (BPS, 2014). Pembangunan dan pengembangan wilayah dewasa ini sering mengabaikan sifat dan karakteristik eko-regionnya. Sebagai dampaknya, daya dukung dan daya tampung lingkungan sering terlampaui kapasitasnya dan menjadi faktor pendorong meningkatnya kejadian banjir masa kini dan pada masa mendatang (BNPB, 2015). Sekitar 21 juta jiwa di dunia jadi korban banjir setiap tahun. Sebanyak 80% dari jumlah itu ada di 15 negara termasuk Indonesia (World Research Institute-WRI, 2015).

Perubahan iklim dan pertumbuhan penduduk di Indonesia yang pesat (sekitar 1,3% per tahun) serta pengembangan wilayah yang belum sepenuhnya mempertimbangkan karakteristik eko-region setempat memicu terjadinya bencana alam semakin meningkat setiap tahunnya dan diprediksi menempatkan banjir sebagai bencana global, kawasan yang terdampak banjir diperkirakan naik hampir 3 kali lipat. Kerugian global akibat bencana alam dan banjir saat ini (pada tahun 2014) mencapai hampir Rp.1.300 triliun per tahun. Pada tahun 2030 atau 15 tahun lagi ditaksir kerugian mencapai Rp.6700 triliun. (Kompas, Senin 9 Maret 2015 : Bencana Hidrometeorologi). Jenis bencana alam dan kerusakan yang terjadi selama tahun 2014 disajikan pada tabel 2.

Daya dukung dan daya tampung lingkungan yang terlampaui jadi faktor meningkatnya kejadian banjir pada masa mendatang (BNPB, 2015). Jumlah penduduk yang makin banyak juga meningkatkan kerentanan. Negara dengan jumlah penduduk terdampak banjir lebih besar dari Indonesia adalah: India, Bangladesh, Tiongkok, Vietnam, dan Pakistan. Indonesia menduduki peringkat ke 6 dari 163 negara dengan jumlah korban mencapai 635.000 jiwa. Menurut hasil kajian WRI (2015) hampir seluruh Pulau Jawa memiliki resiko banjir tinggi, kecuali Jawa Barat bagian selatan dan ujung timur Jawa Timur yang memiliki resiko banjir menengah sampai tinggi. Di Sumatera dan Sulawesi Utara kondisinya mirip Pulau Jawa, sebagian besar beresiko tinggi. Oleh karena perubahan iklim dan pembangunan sosial ekonomi menjadi pemicu utama banjir, maka perlu segera diambil tindakan strategis secara menyeluruh untuk mencegah bencana banjir tidak semakin meluas.

Deforestasi menyebabkan air hujan tidak banyak yang meresap dan tersimpan dalam tanah, sebagian besar mengalir dipermukaan tanah sebagai aliran permukaan (*runoff*) dan masuk ke sungai dalam jumlah yang banyak sehingga terjadi banjir karena melebihi daya tampung sungai. Sebaliknya saat musim kemarau sungai-sungai menjadi kering, *baseflow* sangat rendah. Itu terjadi karena hutan yang berfungsi menyimpan dan melepaskan air pada musim kemarau sudah semakin berkurang setiap tahunnya. Di Kalimantan, dan Sumatera deforestasi bukan hanya karena pembalakan liar, melainkan karena alih fungsi hutan jadi perkebunan kelapa sawit, atau usaha pertambangan. Luas area hutan produksi konversi yang telah digunakan untuk perkebunan kelapa sawit dan permukiman transmigrasi di sajikan pada tabel 3 dan tabel 4.

Akibat dari perubahan iklim dan kerusakan tata ruang karena beban populasi penduduk meningkat, pembangunan dan pengembangan wilayah tidak didukung informasi daya dukung lingkungan/ekoregion, kondisi daerah perkotaan pesisir semakin kritis. Faktor yang memperparah, diantaranya laju penurunan muka air tanah dalam (ATD) secara berlebihan yang jauh melewati daya dukung lingkungan, contohnya kota Jakarta dan Semarang. Salah satu langkahantisipasi terhadap risiko tersebut adalah memperbesar proporsi *green water* dibandingkan *blue water*. *Green water* adalah air yang dimanfaatkan tumbuhan sebagai cadangan keperluan, sedangkan *blue water* merupakan air yang mengalir di permukaan dan biasanya langsung digunakan manusia. Proporsi yang tepat adalah 65 % *green water* dan 35% *blue water* (Bapennas, 2015). Salah satu caranya dengan penghijauan terutama di lahan-lahan kritis. Tetapi karena keterbatasan anggaran tahun 2015 hanya



ditargetkan anggaran penghijauan seluas 5,5 juta ha lahan kritis dari total 27 jt ha lahan kritis. Dana pemerintah hanya sekitar Rp. 5 juta /ha lahan (KLHK, 2015).

Tabel 2. Kejadian Dampak Bencana di Indonesia Tahun 2014

Jenis bencana	Jumlah kejadian	Meninggal & hilang	Derita & mengungsi	Kerusakan (Rumah tinggal dan Fasilitas umum)				
				RB+RS+RR	Terendam	Kesehatan	Ibadat	Pendidikan
Banjir	458	87	1.849.631	3.956	421.579	5	37	75
Banjir dan tanah longsor	33	47	49.220	1.330	8.104	17	2	1
Gelombang pasang	15		3.175	566	284		1	1
Gempa bumi	11		248	662		6	20	39
Kebakaran lahan dan hutan	35	3	424.600	92				251
Letusan gunung api	5	24	128.167	17.833		9	37	43
Puting beliung	496	57	10.707	22.929	261	6	64	11
Tanah longsor	413	343	18.918	3.515	74	2	24	
Kekeringan	7		169.977					
Tsunami	2		7					
Jumlah	1.475	561	2.654.643	50.883	430.302	45	185	421

Keterangan: RB = rusak berat; RS = rusak sedang; RR = rusak ringan

Sumber: BNPB

1. Dari 1.475 kejadian bencana telah menyebabkan 561 korban meninggal dan hilang, 2,65 juta jiwa menderita dan mengungsi, 50.883 unit rumah rusak, 430.000 rumah terendam banjir, dan ratusan fasum rusak
2. 99% kejadian bencana alam tahun 2014 adalah bencana hidrometeorologi
3. 61% korban meninggal disebabkan oleh longsor
4. 561 jiwa korban meninggal dan hilang akibat bencana ini lebih kecil jika dibanding dengan korban tewas pada saat arus mudik dan balik lebaran 2014 yaitu 650 jiwa atau 2,4% dari jumlah korban tewas akibat laka lantasi tahun 2013 yang mencapai 23.385 jiwa

Tabel 3. Sebaran Hutan Produksi Yang Dapat Dikonversi (HPK) dan Telah Dilepaskan Untuk Perkebunan

No	Provinsi	Unit	Luas (hektar)
1	Riau	139	1.555.141,30
2	Kalimantan Tengah	89	896.363
3	Aceh	58	265.743
4	Kalimantan Timur	57	494.474
5	Jambi	44	366.925
6	Sumatera Selatan	43	358.320
7	Papua	34	894.324
8	Sumatera Utara	27	142.762
9	Sumatera Barat	27	164.385
10	Kalimantan Barat	24	273.271
11	Papua Barat	19	352.752

12	Kalimantan Selatan	18	214.204
13	Maluku	13	13.0049
14	Maluku Utara	11	59.949
15	Bengkulu	11	57.581
16	Sulawesi Barat	10	103.776
17	Sulawesi Tengah	9	78.532
18	Kepulauan Riau	9	65.027
19	Lampung	8	83.964
20	Gorontalo	6	62.829
21	Sulawesi Tenggara	3	20.784
22	Sulawesi Selatan	3	4.584
23	Nusa Tenggara Barat	3	846
24	Sulawesi utara	1	2000
	Jumlah	666	6.531.591

Sumber: KLHK, 2015

Tabel 4. Pelepasan Hutan Produksi Yang Dapat Dikonversi (HPK) Untuk Permukiman Transmigrasi

No.	Provinsi	Unit	Luas (Ha)
1	Kalimantan Tengah	34	71.388
2	Sumatera Selatan	31	121.385
3	Sulawesi Tenggara	21	37.036
4	Sulawesi Tengah	18	21.558
5	Kalimantan Barat	17	28.805
6	Lampung	16	134.147
7	Papua	15	92.304
8	Jambi	14	78.413
9	Aceh	12	39.377
10	Sumatera Utara	12	28.054
11	Riau	11	66.500
12	Maluku Utara	11	19.654
13	Sumatera Barat	10	17.434
14	Kalimantan Selatan	9	31.916
15	Kalimantan Timur (termasuk Kaltara)	9	39.891
16	Papua Barat	8	16.398
17	Sulawesi Selatan	6	4.015
18	Bengkulu	5	14.327
19	Gorontalo	3	5.090
20	Maluku	3	5.665
21	Kepulauan Riau	2	7.530
22	Nusa Tenggara Barat	2	2.950
23	Nusa Tenggara Timur	2	1.137
24	Sulawesi Barat	2	2.486
	Jumlah	237	887.459

Sumber: KLHK, 2015

Bencana/ Kerusakan Ekologi di Areal Bekas Pertambangan Batubara

Sekitar 400.000 hektar dari total 1 juta ha atau seperempat areal provinsi Jambi beralih menjadi areal tambang batubara, telah ditinggalkan pemilik/ijinnya. Namun penghentian usaha itu tanpa diikuti dengan pemulihan lingkungan sehingga areal bekas tambang menjadi terlantar dan lingkungannya rusak.

Sepanjang tahun 2014, 158 lokasi ijin usaha pertambangan (IUP) batubara di Provinsi Jambi di cabut dan 31 lokasi usaha pertambangan dihentikan sementara kegiatannya oleh Dinas Energi dan Sumber daya Mineral Provinsi Jambi. Pencabutan ijin dilakukan karena perusahaan tidak membayar iuran tetap, tidak menyampaikan laporan produksi, merusak lingkungan, dan beroperasi tidak sesuai dengan analisis dampak lingkungan. Seluruh ijin yang dicabut mencakup area 400.000 ha terletak di kabupaten Bungo, Merangin, Tebo, dan Sarolangun dari total 1,04 juta ha lahan tambang di Provinsi Jambi ([www: http://jambiprov.go.id](http://jambiprov.go.id), last retrieved 15 Juni 2015).

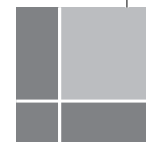
Sejak berlakunya pencabutan ratusan IUP, pengusaha tambang benar-benar berhenti beroperasi. Pemberhentian usaha tambang ini juga bersamaan dengan anjloknya harga batubara di pasar dunia. Kesempatan yang diberikan pemerintah bagi pengusaha pertambangan untuk memulihkan areal tambang agar mereka diijinkan kembali beroperasi, tetapi tidak dilaksanakan, areal tambang dibiarkan terbengkalai. Pada saat ini, ekspor batubara tidak lagi menguntungkan, oleh karena itu banyak pengusaha tambang yang tidak melanjutkan usahanya. Akibatnya ekosistem bekas areal tambang dibiarkan dalam kondisi rusak dan tercemar. Persoalan tambang tidak hanya merugikan negara tetapi juga menyebabkan kerusakan jalan negara, dan hampir seluruh kawasan DAS areal bekas tambang menjadi rawan banjir.

Pemegang ijin usaha Pertambangan (IUP) bermasalah ini terdapat di kabupaten Sarolangun, Batanghari, Muaro Jambi, Tanjung Jabung Barat, Tebo, Merangin dan Bungo (Tabel 5). Sejumlah pertambangan terindikasi tumpang tindih dengan hutan konservasi, yang mencapai luas 6.300 ha.

Wahana lingkungan hidup (Walhi, 2014) provinsi Jambi mencatat luasan tutupan hutan di Jambi selama 10 tahun terakhir berkurang 1 juta ha. Luas hutan pada tahun 1990 2,4 juta ha, pada tahun 2000 berkurang menjadi 1,4 juta ha atau penurunan luas hutan sebesar 29,66% dari luas Jambi.

Habitat satwa terutama harimau dan gajah di Taman Nasional Bukit Tigapuluh, semakin sempit akibat pembukaan hutan oleh perusahaan perkayuan, pembukaan kebun sawit skala besar, dan pertambangan. Maraknya penambangan emas tanpa ijin di wilayah hulu juga memperparah sedimentasi sejumlah sungai yang memicu terjadinya bencana banjir dan longsor.

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana provinsi Jambi, terdapat 14 daerah rawan banjir baru dari 434 desa rawan banjir lama disepanjang DAS Batanghari yang tersebar di kabupaten Bungo, Sarolangun dan Merangin sebagai akibat maraknya tambang emas tanpa Ijin (PETI). Dalam lima tahun terakhir aktivitas tersebut semakin parah, dan memperparah laju sedimentasi sungai.



Tabel 5. Kegiatan Pertambangan di Provinsi Jambi

Golongan Bahan tambang	Jenis Bahan tambang	Wilayah Kegiatan	Eko-region
Golongan A	Batubara	Kabupaten Bungo, Kab Sarolangun	Dataran
Golongan B	Batu Gamping	Kab Merangin Kab. Kerinci	Perbukitan Karst
	Semen Portland Marmer	Kab Sarolangun Kab. Sarolangun Kab. Merangin	Perbukitan Karst Perbukitan/Peg Karst
	Batu Granit	Kab Merangin	Perbukitan/ pegunungan
	Bentonit Pasir Kwarsa	Kab. Merangin Kab. Bungo	Perbukitan/ pegunungan Dataran

Pemanfaatan Hasil Tambang

Salah satu produk pertambangan utama di Provinsi Jambi adalah batubara:

- Potensi batubara di Jambi sekitar 1,5 millard ton
 - Produksi yang dihasilkan sekitar 5 ton/tahun
 - Hasil tambang batubara di Jambi dipasarkan ke negara Korea, RRT, Singapura, India dan Bangladesh
- (Sumber: jambiprov.go.id, last retrieved 7 Juni 2015)

Eksplorasi lingkungan hidup di sektor pertambangan berlebihan. Banyak limbah dari tambang merusak sungai dan lahan warga. Sebagai contoh, di kawasan pertambangan batubara, kondisi lingkungan semakin kritis karena aktivitas eksploitasi sumber daya alam berlebihan. Pertambangan batubara menyisakan banyak persoalan, seperti reklamasi tak tuntas, lubang bekas pertambangan batubara menelan korban jiwa masyarakat di sekitar lokasi tambang. Indonesia kini terancam bencana ekologis karena salah urus.

Bencana Ekoregion Karst

Eko-region Karst dan batu gamping di perbukitan kapur Jawa Barat (luasnya sekitar 36.000 ha) terancam habis karena terus dieksploitasi (Walhi, 2015). Padahal merujuk pada Undang-undang Penataan Ruang Kawasan Karst ditetapkan sebagai kawasan lindung. Eko-region Karst di Jawa Barat tersebar di beberapa perbukitan dan pegunungan kapur di beberapa kabupaten, seperti: Pangandaran, Ciamis, Cirebon, Kuningan, Tasik Malaya, Bandung Barat, Bogor, Bekasi, Purwakarta, Sukabumi dan Karawang.

Kawasan karst ini, sebagian sudah rusak oleh aktivitas pertambangan para pebisnis industri ekstraktif di Bandung Barat, Bogor, sebagian rusak tidak direklamasi. Begitu juga beberapa kawasan Karst di Karawang, Bekasi dan kabupaten Bogor sudah rusak oleh kegiatan pertambangan. Pendirian pabrik semen di Sukabumi, diprediksi akan mempercepat rusak dan hilangnya pegunungan karst di Nyalindung, Jampang Tengah dan Jampang Kulon. Pegunungan kapur kawasan Bayah Banten selatan juga dieksploitasi untuk bahan baku pabrik semen. Selain karst habis, sumber air untuk pertanian sawah dibawahnya dikawatirkan bakal kering. Penduduk khawatir selain terancam kehilangan mata pencaharian, pada musim kemarau angin selatan bakal meniup bubuk kapur halus dari pabrik semen dan jatuh di permukiman mereka dan berdampak pada maraknya penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Pendirian pabrik semen di Pangandaran dan Ciamis akan mempercepat kerusakan Karst di Padoherang, Kalipucang, Pananjung dan sekitarnya. Tidak hanya potensi ekonomi yang hilang, sumber air dan benda-benda arkeologi berikut peninggalan pra sejarah yang tak ternilai juga turut musnah. Malah di Bandung Barat hampir 70% (sekitar 10.000 ha) kawasan karst sangat rusak tanpa reklamasi (Walhi, 2015).



Berkaitan dengan hal tersebut, pemerintah Provinsi Jawa Barat sedang merevisi Peraturan Gubernur yang mengatur pembenahan serta pengembangan Karst, yang merupakan bagian upaya menyeluruh pemerintah provinsi Jawa Barat dalam menertibkan, deleniasi/penentuan batas area bentang lahan/ekoregion Karst. Aktivitas pembangunan mestinya dinikmati masyarakat lokal, salah satunya dengan mengembangkan ekonomi kreatif.

Bencana perambahan hutan di kawasan hulu DAS dan rawa gambut

Pemberian ijin alih fungsi hutan di kawasan DAS hulu, mendorong percepatan perusakan sumber air dan mendorong kondisi DAS menjadi kritis, dan dinilai memicu penyusutan sumber air bersih di sejumlah daerah di Indonesia. Sebagai contoh, lemahnya tata kelola air mengakibatkan rusaknya ekoregion dan bencana ekologi di daerah Sumatera Selatan antara lain banjir pada musim penghujan, kebakaran lahan pada musim kemarau yang memicu wilayah tertutup kabut asap. Di lahan gambut kerusakan hutan menurunkan kadar air sehingga kebakaran gambut berulang. Menurut Balai pengelolaan DAS Musi tahun 2010, di Sumatera Selatan dari 8 juta ha DAS di Sumatera Selatan, hanya 800.000 ha diantaranya yang masih dalam kondisi baik.

Sebanyak 200 desa di enam kabupaten di provinsi Sumatera Selatan dinyatakan rawan kebakaran lahan dan hutan. Desa-desanya itu terdapat lahan gambut di sekitar hutan. Kesiagaan pencegahan kebakaran hutan di Sumsel sudah ditingkatkan sejak Maret 2015, umumnya bahaya kebakaran biasanya memuncak pada bulan Juni hingga September. Sebanyak 200 desa tersebut terletak di Kabupaten Ogan Komering Hilir, Musi Banyuasin, Ogan Komering Hulu, Muara Enim dan Musi Rawas. Kabupaten Ogan Komering Ilir merupakan wilayah dengan kebakaran hutan terluas di Sumsel pada tahun 2014 lalu.

Untuk mengatasi dan mengurangi terjadinya kebakaran lahan gambut harus dilakukan lewat penjagaan kelestarian ekosistem gambut agar basah/terendam sepanjang tahun. Pemadaman dengan menyiram air seperti yang selama ini dilakukan dinilai tidak efektif. Lapisan gambut yang kering membutuhkan air dalam jumlah sangat besar untuk mengembalikan kadar airnya seperti semula. Selama ini pemadaman dengan menyiram air dari atas di kebakaran lahan gambut tak pernah berhasil memadamkan api. Kebakaran padam saat musim hujan. Pemberdayaan ekonomi masyarakat sekitar hutan di lahan gambut pun sangat penting. Pembakaran lahan gambut di kawasan hutan biasanya dipicu kemiskinan masyarakat di sekitarnya.

Deforestasi menyebabkan air hujan tidak lagi tersimpan dan langsung mengalir ke sungai-sungai dan di atas permukaan tanah sehingga terjadi banjir. Sebaliknya saat musim kemarau sungai-sungai menjadi kering. Itu terjadi karena hutan yang berfungsi menyimpan dan menyalurkan air sudah semakin berkurang setiap tahunnya. Di Kalimantan, deforestasi bukan hanya karena pembalakan liar, melainkan karena alih fungsi hutan jadi perkebunan kelapa sawit. Di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan luas lahan kritis pada DAS bertambah akibat pembalakan liar dan pembukaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit. Kondisi DAS makin parah seiring dengan terjadinya erosi dan sedimentasi akibat penambangan batubara dan emas, misalnya di pegunungan Meratus di Kalimantan Selatan, kabupaten Murung Raya di Kalimantan Tengah. Pencemaran air akibat pertambangan dan industri terutama kandungan logam berat dan limbah tambang pun tidak terhindarkan.

Dengan demikian, penghentian deforestasi dan penyelamatan hutan harus dilakukan termasuk penindakan tegas terhadap pelaku pembalakan liar. Pemerintah harus fokus pada kawasan-kawasan yang dilalui sungai-sungai yang jadi sumber konsumsi dan penghidupan penduduk, termasuk memantau pendirian bangunan di sekitar bantaran sungai agar tidak mencemari sungai.



Tantangan pada ekoregion Pegunungan

Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) merupakan sumber mata air bersih bagi lebih dari 50% masyarakat di Aceh. TNGL juga menjadi rumah sejumlah flora dan fauna langka dunia, seperti jenis meranti (kayunya sangat baik untuk bahan bangunan), sejumlah jenis anggrek, gajah sumatera, harimau sumatera (*Panthera Tigris sumatrae*) dan orang utan (Pongo Abeli). Dengan demikian pelestarian hutan di ekoregion pegunungan sangat penting terutama hutan lindung dan konservasi yang menjadi bagian dari Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) di daerah Aceh.

TNGL 80 % berada di provinsi Aceh dan 20 persen berada di provinsi Sumatera Utara. TNGL provinsi Aceh berada di kabupaten Aceh Selatan, Aceh Tenggara dan Gayo Lues. Pada saat ini, sekitar 10.000 ha TNGL di Aceh Tenggara dan 2.500 ha di Gayolues rusak parah akibat pembalakan liar dan pembalakan ilegal. Setidaknya kondisi ini telah memicu perubahan Ekoregion termasuk lingkungan dan iklim sehingga membuat banyak predator alami hilang, bahkan punah dari hutan di kabupaten Aceh Selatan. Akibatnya sejumlah hama dan penyakit tanaman marak terjadi 10 tahun terakhir ini.

Seluruh tingkatan pemerintah pusat/provinsi/kabupaten/kota harus segera melakukan rencana aksi nyata untuk menyelamatkan hutan lindung dan konservasi, seperti membuat peta tunggal (*One map policy*) yang digunakan sebagai acuan bersama dalam pengelolaan kawasan ekoregion ini, sehingga lingkungan dapat lestari secara berkesinambungan. Merekapun perlu meningkatkan kapasitas masyarakat untuk lebih sadar menjaga dan melestarikan hutan.

KONSEP PEMBANGUNAN PERTANIAN BERBASIS EKOREGION

Unsur Biofisik wilayah yang menentukan keberhasilan penggunaan lahan dan budidaya pertanian

Unsur biofisik wilayah suatu ekoregion yang paling menentukan terhadap keberhasilan penggunaan lahan untuk budidaya pertanian adalah aspek: lereng, ketinggian tempat, hidrologi dan drainase serta sifat tanah.

1. Lereng dan ketinggian tempat

Makin curam kemiringan lereng, potensi penggunaan lahan untuk pertanian akan semakin terbatas. Jika hal ini tidak diperhatikan, maka dalam jangka waktu tertentu lahan akan mengalami kerusakan (degradasi) dan kemampuannya akan menurun drastis serta sulit diatasi.

Kecuraman lereng akan mempengaruhi teknik pengelolaan lahan. Makin curam kemiringan lereng, makin tinggi masukan (*input*) yang dibutuhkan untuk pengelolaan lahan tersebut. Berikut disajikan pengelompokan lereng untuk tujuan pertanian:

- <8% : dapat diarahkan untuk berbagai usaha pengembangan tanaman pangan dan atau perkebunan/tahunan
- 8-<16% : dapat diarahkan untuk pengembangan tanaman pangan, dan/ atau perkebunan dengan memperhatikan segi konservasi tanah
- 16-<30% : sebaiknya hanya diarahkan terbatas untuk pengembangan pertanian tanaman perkebunan/tahunan disertai usaha konservasi tanah
- >30% : kurang/tidak berpotensi untuk pengembangan pertanian. Sebaiknya diarahkan untuk kawasan konservasi/lindung atau dihutankan

Ketinggian tempat atau posisi relatif dari permukaan laut akan mempengaruhi temperatur udara. Semakin tinggi suatu tempat, makin menurun temperatur udaranya dan hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga dikenal adanya tanaman dataran



rendah dan tanaman dataran tinggi. Ada beberapa jenis tanaman tertentu yang toleran terhadap perbedaan tinggi tempat meskipun produksi tidak maksimal, seperti padi, jagung dan kelapa. Dengan demikian, diperlukan pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan ketinggian tempat pertumbuhannya.

Lebih lanjut penegasan batas kelas ketinggian tempat untuk berbagai jenis tanaman dari berbagai referensi disajikan pada Tabel 6

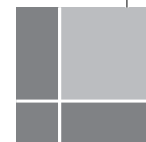
Tabel 6. Penegasan batas kelas ketinggian tempat dan iklim/curah hujan untuk Pengembangan berbagai jenis tanaman pertanian

Kelompok Tanaman	Jenis tanaman	Selang ketinggian (m dpl)	Curah hujan (mm/tahun)
TANAMAN PANGAN			
Padi-padian	Padi	0-1500	2000-3000
	Gandum	1000	350 -1250
	Jagung	0-1800	500-1200
	Sorgum	0-1800	400-900
Umbi-umbian	Ubikayu	0-1000	1000-2000
	Kentang	1000-2000	1500 - 2500
	Talas	0-1500	2000-3000
	Ubi jalar	0-2700	800-1500
Tanaman penghasil minyak Dan protein	Kedele	0-1800	350-1100
	Kacang tanah	0-1800	400-1100
	Jarak	0-1800	700-1400
	Jambu mete	0-500	1200- 1500
	Kelapa sawit	0-500	1700-2500
	Kelapa	0-400	2000-3000
	Sagu	0-500	2000-3000
Tanaman penghasil Gula	Tebu	0-1200	1200-1800
Buah-buahan dan sayuran	Pisang	0-1800	1500-2500
	Jeruk	0-800	1200-3000
	Nanas	0-1000	1000-1600
TANAMAN PENYEGAR			
	Kakao	0-800	1500-2500
	Kopi (Robusta)	0-800	2000-3000
	Kopi (Arabika)	500-1800	1200-1800
	Teh	500 – 2300	2500- 4000
TANAMAN INDUSTRI			
	Karet	0-600	2500-3000
	Lada	0-500	2000-2500
	Tembakau	0-1500	600-1200
	Cengkeh	0-500	1500-2500

Sumber: Burman dan T.Balsem, 1990; Junus Dai *et al.*, 1990; Balai Penelitian Tanah, 2003; Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian, 2011(diolah)

2. Hidrologi dan Drainase

Faktor drainase mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman. Beberapa jenis tanaman memerlukan drainase jelek/terhambat dan banyak pula tanaman yang membutuhkan drainase



yang lebih baik. Faktor drainase masih memungkinkan untuk diperbaiki/diatasi, misalnya pada daerah yang berdrainase jelek dapat dibuat parit-parit untuk menurunkan permukaan air tanah. Sebaliknya pada daerah yang berdrainase baik dapat dibuat berdrainase jelek pada kondisi tertentu dengan penggenangan seperti untuk tanaman padi sawah.

Kondisi drainase suatu ekoregion akan dipengaruhi oleh keadaan bentang lahan (*landscape*) seperti topografi, lereng, bahan induk/litologi, penutupan vegetasi permanen dan intensitas penggunaan lahan daerah tersebut.

Kondisi hidrologi dan drainase daerah perbukitan dan pegunungan, kelestarian sumber airnya sangat dipengaruhi oleh vegetasi penutup yang akan menentukan suplai air dibawahnya. Daerah tersebut umumnya berlereng curam, sehingga drainase permukaannya umumnya cepat. Kondisi hidrologi daerah dataran banyak ditentukan oleh sifat bahan penyusunnya dan kondisi tata air daerah pendukungnya (daerah bagian hulu/*hinterlands*). Daerah yang tersusun dari bahan *poreus* seperti tuf vulkan, memungkinkan daerahnya tidak terjadi stagnasi air. Air akan terkumpul pada daerah peralihan ke bahan yang lebih padat. Sedangkan daerah pelembahan/cekungan umumnya memiliki drainase terhambat, karena merupakan daerah konsentrasi pelimpahan drainase/pengaliran daerah di atasnya.

3. Kedalaman dan Sifat Tanah

Peranan sifat fisik tanah cukup penting tidak hanya untuk usaha meningkatkan hasil tanaman dan usaha reklamasi tanah tetapi juga dalam pertimbangan-pertimbangan kaidah kelestarian sumber daya lahan dan lingkungan. Berbagai tanah-tanah yang mempunyai sifat fisik baik, perlu pengelolaan yang tepat agar tetap produktif sedangkan bila tanah mempunyai sifat fisik kurang baik atau jelek maka diperlukan perbaikan dalam batas-batas masih menguntungkan.

Secara teoritis tanah pada wilayah datar lebih dalam dibandingkan tanah pada wilayah berlereng curam, karena faktor erosi/pengikisan lapisan permukaan. Demikian juga tanah dari bahan induk vulkanik muda biasanya mempunyai solum dalam sampai sangat dalam. Tanah dari endapan sungai-sungai lebar terutama dari bahan halus umumnya juga mempunyai tanah yang cukup dalam.

Kedalaman solum/efektif tanah adalah tanah dimana perakaran tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik tanpa adanya hambatan. Bila tanah dangkal (ketebalan solum <25 cm) maka perkembangan perakaran tanaman akan terbatas terutama untuk tanaman yang berakar dalam (*tree crops*). Sebaliknya solum tanah yang dalam (ketebalan solum >75 cm) akan memberikan kemungkinan perakaran tanaman dapat tumbuh dengan leluasa.

Penghambat penggunaan lahan yang serius terdapat pada tanah dengan solum (kedalaman efektif tanah) dangkal, di daerah berlereng dan puncak perbukitan, karst dan pegunungan. Di daerah perbukitan dan pegunungan proses pembentukan tanah tidak berkembang karena proses erosi lebih dominan di daerah berlereng. Di daerah Karst, pelarutan batu kapur yang tidak merata menghasilkan relief yang tidak teratur yang umumnya didominasi oleh singkapan batu kapur, sedangkan di tempat pelarutan terdapat cekungan-cekungan yang biasanya berisi tanah.

Lapisan tanah yang tipis (sangat dangkal atau ketebalan solum <10 cm) tidak memungkinkan untuk usaha pengembangan pertanian, kecuali daerah cekungan/pelembahan dapat diusahakan untuk pertanian dengan memperhatikan kondisi iklim setempat.



Isu strategis pembangunan wilayah/pertanian berbasis ekoregion

Dalam kompetisi di era Otonomi Daerah (Otod), pemerintahan di tiap-tiap provinsi, kabupaten/kota mengedepankan kepemilikan sumber daya alam berbasis batas wilayah administrasi dan kepentingan politik. Masing-masing memacu pendapatan daerah tanpa menghiraukan pada aspek hulu-hilir. Tiap-tiap sektor memicu suburnya egosektoral. Aturan-aturan bertabrakan antara satu dengan lain dalam implementasinya di lapangan. Sementara pengelolaan ekoregion membutuhkan prinsip kerja terintegrasi dan sinergis. Batas wilayah, administratif dan kepentingan politik tidak boleh menjadi penghalang dalam pengelolaan ekoregion. Membangun adalah keharusan, tetapi diharapkan tidak semata memprioritaskan capaian fisik pembangunan tetapi mengesampingkan keberlanjutan lingkungan dan dampak sosial-ekonomi. Kebutuhan lahan dan infrastruktur tak harus menggunakan area baru di kawasan hutan (Walhi, 2015).

Melihat kondisi alam yang demikian, maka isu strategis pembangunan pertanian berbasis ekoregion adalah sbb:

1. Permasalahan Regional: Tata Ruang dan Penggunaan Lahan, Degradasi Hutan, Penyediaan Air Baku, Kualitas Air Permukaan, Deplesi Air Tanah, Bencana Alam dan Kegempaan, Banjir dan Kekeringan;
2. Permasalahan permukiman (Pedesaan & Perkotaan): Limbah industri/sampah Penyediaan Air Bersih, Kualitas Udara;
3. Permasalahan Pesisir: Abrasi dan akresi, Intrusi, Degradasi Hutan Mangrove, Pencemaran/Contamination;
4. Permasalahan Sosial- ekonomi: Kemiskinan, Pemukiman Kumuh SDM rendah

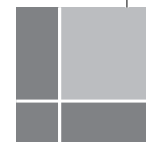
Membangun sinergi pemanfaatan sumber daya lahan berkelanjutan

1. Menyusun satu rencana pengembangan dan *satu pengelola tunggal* sumber daya lahan dan air untuk setiap kawasan atau satuan ekoregion

Penyebaran penduduk yang tidak seimbang (sebagian besar masih terkonsentrasi di Pulau Jawa) dan kekayaan sumber daya alam/lahan kualitasnya bervariasi serta terpecah-pecah. Dengan demikian apabila dikaji kondisi lingkungannya maka akan tampak berbagai unit lingkungan ekoregion yang beraneka ragam dengan berbagai tingkat perkembangan teknologi dan kebudayaan yang tersebar di seluruh pelosok tanah air.

Perkembangan lingkungan sosial ekonomi masyarakat yang kian meningkat menyebabkan kebutuhan akan lahan dan air semakin meningkat pula, sedangkan lingkungan fisik dalam hal ini lahan dan air sebagai sumber daya lebih kurang tetap dan bahkan akan berkurang apabila pelestariannya tidak diperhatikan. Sehubungan dengan hal itu pada saat ini perlu dipikirkan untuk menyusun satu rencana pengembangan dan *satuan pengelolaan* terintegrasi sumber daya lahan dan air untuk setiap daerah/satuan ekoregion termasuk DAS. Potensi sumber daya lahan dan air setiap daerah aliran sungai perlu diketahui sedini mungkin, oleh karena hal ini merupakan dasar bagi perencanaan pengembangan wilayah.

Perencanaan pengembangan wilayah perlu ditinjau dari segi strategi keruangan. Secara pasti belum diketahui, berapa persen ruang daratan Indonesia yang sesuai untuk lahan pertanian dan bagaimanakah penyebarannya, serta mengapa penyebarannya demikian. Secara pasti belum diketahui berapa persen dari wilayah daratan Indonesia yang mengandung air tanah dangkal yang penting untuk kehidupan manusia dan bagaimanakah penyebarannya, serta mengapa penyebarannya demikian. Oleh karena itu dalam perencanaan penggunaan lahan perlu didahului dengan inventarisasi/pemetaan sistematis kondisi bio-fisik wilayah. Selanjutnya dapat diketahui dengan pasti penyebaran ruang yang berkaitan dengan kemungkinan penggunaan lahan tertentu.



Sebagai contoh: di daerah pantai di Indonesia yang berlumpur banyak terdapat hutan bakau yang peranannya sebagai sumber daya alam semakin penting. Di Jawa hutan bakau telah banyak diubah menjadi lahan pertanian dan tambak, rusak karena pencemaran, ditebang pilih untuk kayu bangunan dan kayu bakar (**Surastopo, 1985**). Mengingat bahwa hutan bakau merupakan tempat berkembang biak udang dan ikan tertentu, maka kelestariannya perlu dipertahankan dan kehendak untuk menjadikannya sebagai lahan pertanian perlu dipikirkan masak-masak. Di Kalimantan Barat seperti di Singkawang sejak 2 tahun terakhir menjadi daerah rawan banjir karena sungai Singkawang sering meluap sebagai dampak hutan dikawasan hulu DAS dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Hujan beberapa jam saja sudah menggenangi beberapa wilayah di Singkawang (Kompas, 19 Juni 2015).

Sebagian target pembangunan 49 waduk berada di Pulau Jawa. Recana itu bakal membuka kawasan hutan sehingga pemerintah berencana melonggarkan regulasi untuk mempermudah penggunaan kawasan hutan di Pulau Jawa. Saat ini pemerintah bersiap untuk merevisi PP No.10 tahun 2010 tentang tata cara perubahan peruntukan dan fungsi kawasan hutan serta PP No 24/2010 tentang penggunaan kawasan hutan. Revisi ini diperlukan karena kedua PP itu mengamanatkan daerah dengan tutupan hutan kurang dari 30 persen seperti Pulau Jawa wajib menyediakan lahan pengganti dua kali lipat. Namun untuk di Pulau Jawa sangat kesulitan untuk mencari lahan pengganti. Definisi hutan menurut UU No 41/1999 tentang Penetapan dan tutupan vegetasi atau fungsi hutan. Peran fungsi hutan sebagai penyimpan air ini disiasati atau menjadi "pembenar" dengan mengubahnya menjadi waduk/bendungan. Bendungan Jatigede di Kabupaten Sumedang yang hingga kini belum beroperasi karena ijin pelepasan hutan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan kehutanan (KLHK) belum ada. Waduk Jatigede tetap sebagai kawasan hutan (ijin pinjam pakai), Cuma bentuknya waduk, kompensasinya vegetasinya diperlebar (Kompas, Juni 2015).

Pada rencana pembangunan jangka menengah nasional 2015-2019, waduk di Pulau Jawa meliputi Waduk Krian dan Sindang Heula (Banten), Logung, Jlantah dan Matenggeng (Jawa Tengah), Bener dan karang talung (DIY), Semantok, Bagong, Lesti, dan Wonodadi (Jawa Timur) sebagian arealnya pemanfaatannya memerlukan ijin pelepasan hutan dari KLHK. Recana itu bakal membuat Pulau Jawa semakin rentan bahaya banjir dan longsor. Disisi lain kondisi hutan di Pulau Jawa termasuk kawasan hutan produksi yang dikelola perhutani dan hutan konservasi rusak. Kondisinya pada saat ini, yang rusak belum direhabilitasi, tetapi aturan diubah, menyebabkan potensi alih fungsi hutan menjadi sangat besar.

2. Pengelolaan Sumber daya lahan berkelanjutan berbasis ekoregion

Pengelolaan ekoregion ditentukan sinergitas dan konsistensi menjalankan apa yang telah ditetapkan. Hal ini penting karena setelah penerapan otonomi daerah, masing-masing daerah administratif terutama kabupaten/kota, terkotak-kotak dengan kepentingan ekonomi, politik dan sosial yang hampir semuanya bermuara pada perebutan sumber daya alam untuk pendapatan daerah.

Pada dasarnya, payung regulasi yang memadai telah diundangkan yaitu, Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UU-PPLH) No.32 Tahun 2009. Pada pasal 5,6,7 ditegaskan perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup melalui tiga tahap. Salah satu di antaranya adalah penetapan wilayah ekoregion selain inventarisasi lingkungan hidup dan penyusunan rencana perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Lewat UU PPLH, seharusnya pemerintah mengarusutamakan penetapan dan pengelolaan wilayah-wilayah ekoregion. Mengingat wilayah ekoregion tidak berpatokan pada batas-batas administratif, karenanya diperlukan dukungan parapihak (*multi-stakeholder*) yang mampu menerapkan aturan dengan tegas (Mustam Arif, 2010). Tentunya setiap regulasi pembangunan mulai dari undang-undang, peraturan pemerintah/presiden/menteri/surat keputusan, peraturan daerah, yang terkait pengelolaan sumber daya alam dan bio diversity,



wajib mengintegrasikan dukungan pengelolaan wilayah ekoregion. Kemudian, disertai keterlibatan partisipatif masyarakat mulai dari proses awal sampai pengelolaan dan distribusi manfaat/*output*. Tanpa pemberdayaan seperti itu, implementasi ekoregion justru akan dihadang apatisme bahkan perlawanan masyarakat.

Pelaksanaan pemanfaatan sumber daya alam berbasis ekoregion harus menerapkan berbagai inovasi teknologi pertanian ramah lingkungan. Pertanian ramah lingkungan (PRL) adalah sistem pertanian yang berbasis teknologi peningkatan produktivitas berkelanjutan yang tidak merusak atau mengurangi fungsi lingkungan, menguntungkan secara ekonomi dan diterima secara sosial budaya.

Teknologi ramah lingkungan didefinisikan sebagai teknologi yang lebih sedikit merusak lingkungan dibanding dengan teknologi alternatif sejenis. Memproteksi lingkungan hidup, mengurangi daya pencemarannya, menggunakan sumber daya secara berkelanjutan, mendaur ulang produk dan menangani limbahnya secara benar (Kardono, 2010).

Menurut Irawan (2013) Pertanian ramah lingkungan adalah pertanian yang lebih memperhatikan kelestarian lingkungan daripada keuntungan ekonomi jangka pendek, sehingga mempunyai prospek keberlanjutan, baik dalam bidang biofisik lingkungan maupun sosial ekonomi. Usaha pertanian diharapkan dapat menghindari terjadinya berbagai hal yang berdampak buruk dari revolusi hijau, seperti: kerusakan lahan akibat erosi tanah, ketergantungan pada penggunaan pupuk anorganik yang tinggi dan biaya tinggi untuk meningkatkan kesuburan tanah, menghindari: 1) penurunan keanekaragaman hayati, 2) penggunaan air irigasi yang berlebihan, penghasilan dan kesejahteraan petani menurun. Prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan harus menjadikan pedoman dalam melakukan kegiatan usaha tani diantaranya : Konservasi ekosistem, konservasi lahan air, pengolahan tanah berbasis konservasi, pengolahan limbah terpadu.

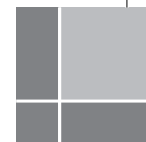
PENUTUP

Pembangunan pertanian berbasis Ekoregion adalah sebuah konsep pembangunan berbasis pengelolaan secara lestari sumber daya alam dan keanekaragaman hayati. Konsep ini mengedepankan aspek konservasi dalam mengelola sumber daya alam dan keanekaragaman hayati (*bio-diversity*). Dalam konsep pembangunan ekoregion tidak melarang pemanfaatan sumber daya alam, tetapi bagaimana memanfaatkannya secara proporsional, sesuai potensi yang tersedia, daya dukung dan daya tampung ekologisnya.

Infrastruktur yang baik diperlukan bagi keberlanjutan pembangunan terutama di sektor pertanian. Diharapkan hutan-hutan tersisa dilindungi untuk menjaga kualitas dan penunjang kelestarian ekoregion dan ekologi. Sebab hutan konservasi sebagian telah terdegradasi, sedangkan hutan produksi ataupun areal penggunaan lain telah dibebani berbagai perijinan tambang, kebun, dan Hutan Tanaman Industri (HTI).

Kebutuhan lahan infrastruktur bisa memanfaatkan lahan-lahan "land banking" yang dikuasai perusahaan tetapi belum dikerjakan. Pemerintah diminta memprioritaskan lahan tidak produktif dari bagian lahan kawasan hutan yang akan didistribusikan kepada petani sebagai bagian dari reforma agraria. Meski akan menggunakan hutan produksi, lahan hutan bervegetasi bagus (hutan primer) harus dipertahankan.

Paradigma pembangunan yang mempertimbangkan lingkungan itu dikenal dengan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Konsep pembangunan berkelanjutan menyeimbangkan kepentingan pertumbuhan ekonomi dan lingkungan, mekanismenya diharapkan menggunakan berbagai pendekatan serta kajian lingkungan fisik, ekoregion, sosial dan ekonomi.



Pertumbuhan ekonomi Indonesia harus berkelanjutan dan merata. Namun pertumbuhan ekonomi juga harus diikuti dengan pembangunan yang tidak mengabaikan aspek lingkungan yang berkelanjutan. Hal yang penting adalah tidak hanya *growth* (tumbuh) tetapi juga *green* (hijau, berkelanjutan, ramah lingkungan). Untuk mencapai industri hijau pemerintah merumuskan kebijakan pemanfaatan sumber daya alam sesuai dengan potensi, daya dukung dan daya tampungnya, penguatan kelembagaan, dan standardisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2012. Pengertian, Istilah, Definisi dan Sifat Tanah Gambut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2014. Bencana Hidrometeorologi: 50 Juta jiwa terdampak Banjir. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Jakarta
- Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. Jakarta
- Balai Penelitian Tanah. 2003. Pentunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian. Bogor
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Edisi Revisi 2011. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Bappenas. 2015. Green Water and Blue Water Dimasa Kini dan Dimasa Mendatang. Badan Perencanaan Nasional. Jalan Taman Suropati. Jakarta.
- Burman P., and Tom Balsem. 1990. Land Unit Classification for the Reconnaissance Soil Survey of Sumatera. LREP part-II. Center for Soil and Agroclimate Research. Bogor
- Deddy U. 2013. Pertanian Ramah Lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup. Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Bogor, 29 Mei 2013. Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Kementerian Lingkungan Hidup-KLH. 2005. Kebijakan Pengelolaan Lahan Berkelanjutan. Lokakarya Pemanfaatan Lahan Secara Bijaksana untuk Manfaat Berkelanjutan. Keynote Speech. Pekanbaru. 31 Mei – 01 Juni 2005.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. Bencana Hidrometeorologi di Indonesia Sebagai Indikator Dampak Kerusakan Lingkungan di Hilir DAS. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Kardono. 2010. Teknologi Ramah Lingkungan: Kriteria, Verifikasi, dan Arah Pengembangan. Pusat Teknologi Lingkungan. BPPT. Lokakarya Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Masa Depan Yang Lebih Baik. Jakarta Convention Center. 4 Juni 2010.
- Hidayat A., dan Darul SWP. 1990. Klasifikasi satuan lahan dan penggunaannya untuk pertanian. Prosiding Expose Hasil Penelitian Proyek Perencanaan dan Evaluasi Sumber daya Lahan, Sumatera Bagian Utara. Medan, 12-13 Desember 1990, halaman 71-86. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Ismangun. 1990. Pemanfaatan produk peta satuan lahan/tanah. Prosiding Expose Hasil Penelitian Proyek Perencanaan dan Evaluasi Sumber daya Lahan, Sumatera Bagian Utara. Medan, 12-13 Desember 1990 halaman 57-69. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Irawan. 2013. Pertanian Ramah Lingkungan: Indikator dan cara pengukuran Aspek Sosial-Ekonomi. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan, Bogor 29 Mei 2013, halaman 659 – 676. Badan Litbang Pertanian. Jakarta



- Junus Dai, Sudihardjo, Hikmatulloh dan Wahyunto. 1990. Penghambat Penggunaan Tanah Dalam Satuan Lahan dan Ekoregion. Prosiding Expose Hasil Penelitian Proyek Perencanaan dan Evaluasi Sumber daya Lahan (LREPP part-II) Sumatera Bagian Utara. Medan, 12-13 Desember 1990. Halaman 171-190. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor
- Kompas. 2015. Bencana Hidrometeorologi di Indonesia. Kompas, 9 Maret 2015. Jakarta
- Kompas. 2015. Banjir di Singkawang sebagai dampak konversi hutan di kawasan hulu daerah aliran sungai (DAS). Kompas, 19 Juni 2015. Jakarta
- Marsoedi, Widagdo, Junus Dai, Nata Suharta, Darul SWP, Sarwono Hardjowigeno dan J.Hof. 1994. Pedoman Klasifikasi Landform. Second Land Resource Evaluation and Planning Project Part C. Strengthening Soil Resources Mapping. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Munasinghe M. 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. World Bank Environment Paper Number 3. The world Bank. Washington DC.
- Mustam Arif.2010. Sinergi Hijau. Workshop Pengelolaan Lingkungan Hidup . Pusat Pengelolaan Ekoregion Sulawesi Maluku Papua, Jakarta Oktober 2010
- Noor M. 2010. Lahan Gambut: Pengembangan, Konservasi, dan Perubahan Iklim. Gadjahmada University Press. Yogyakarta.
- Nurbaya S.B.2015. Hutan di Indonesia di Persimpangan Nawacita. Disampaikan dalam forum: Senator Untuk Rakyat. Tim Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Panjaitan L.B. 2015. Tropical Landscape Summit: A Global Investment Opportunity. Secretariat Cabinet Kepresidenan Republik Indonesia. Jakarta.
- Provinsi Jambi.2015. Ijin Usaha Pertambangan Batubara di Provinsi Jambi. <http://jambiprov.go.id>. Last retrieved 15 Juni 2015
- Pusat Pengelolaan Ekoregion. 2014. Ekoregion di Jawa, Bali Nusa Tenggara, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua. Pusat Pengelolaan Ekoregion, Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Subagjo, Nata Suharta dan A.B.Siswanto. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. Sumber daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya halaman 21-66. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor
- Subardja dan Erna Suryani. 2013. Klasifikasi dan distribusi tanah gambut Indonesia serta pemanfaatannya untuk pertanian. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan, Bogor 4 Mei 2012, halaman 87-95. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta
- Surastopo H.1985. Geografi Fisik dan Manfaatnya Bagi Beberapa Aspek Pembangunan di Indonesia. Pidato Pengukuhan Jabatan Gurubesar Pada Fakultas Geografi UGM. Di Yogyakarta tanggal 20 November 1985
- Wahana lingkungan Hidup (WALHI). 2014. Tutupan Hutan dan Kondisi Lingkungan di Provinsi Jambi. Walhi Provinsi Jambi. Jambi
- Wahana Lingkungan Hidup (WALHI).2015. Kerusakan Ekologi Karst dan Kawasan Perbukitan yang Merupakan Kawasan Hulu DAS. Wahana Lingkungan Hidup. Jakarta
- Wahyunto, Sofyan Ritung, Suparto dan Subagjo. 2004. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. Wetland International Indonesia Program. Bogor.
- World Resources Institute (WRI). 2015. Hikmah Ajar dan Peluang Mendorong Tataguna Lahan yang Berkelanjutan di Indonesia. Kemandirian Pangan. World Reosurces Institute. Jakarta