

# ANALISIS ZONE AGROEKOLOGI UNTUK STRATEGI PENGELOLAAN DAS BERKELANJUTAN

**Astrid Damayanti**

Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia  
Kampus FMIPA Universitas Indonesia. Depok, 16424 Jawa Barat, Indonesia  
Email : [astrid.damayanti@ui.ac.id](mailto:astrid.damayanti@ui.ac.id)

## Abstrak

*Salah satu tujuan pengelolaan DAS terkait dengan upaya produktivitas penggunaan sumberdaya biotik (flora dan fauna) yang berbasis kegiatan pertanian. Agar dapat mendukung kegiatan pertanian secara berkelanjutan, maka perlu menggunakan lahan dengan cara pengelolaan yang sesuai. Makalah ini membahas langkah-langkah strategis pengelolaan DAS dalam hubungannya dengan pencapaian tujuan produktivitas pertanian yang berkelanjutan. Secara khusus juga dihubungkan dengan penggunaan teknik analisis zone agroekologi untuk mewujudkan tujuan tersebut. Hasil studi literatur ini memperlihatkan bahwa sistem informasi geografi atau teknik penginderaan jauh dapat membantu untuk mengevaluasi sistem produksi yang tepat untuk suatu lahan dan mencari alternatif komoditas untuk diusahakan dengan cepat dan tepat dalam rangka mencari solusi pembangunan pertanian saat ini.*

*Kata kunci: berkelanjutan, DAS, pengelolaan, zone agroekolo.*

## PENDAHULUAN

Sebuah DAS memiliki lima fungsi utama yang tercakup dalam fungsi hidrologis dan ekologis di alam. Menurut Peter E. Black, ada dua fungsi DAS yang saling terintegrasi, yakni fungsi hidrologis dan ekologis. Hal ini erat kaitannya dengan kejadian badai, hidrograf tahunan, dan kualitas air. Peristiwa limpasan biasanya unik untuk setiap DAS. Secara hidrologis, ada tiga fungsi DAS yang mendasar (Black, 1996; Black; Padgett dan Bedell), yakni: (1) menangkap/ mengumpulkan air hujan yang menjadi limpasan, (2) menyimpan air dalam berbagai jumlah dan untuk periode/durasi yang berbeda, (3) pelepasan air sebagai limpasan. Sedangkan fungsi ekologis DAS merupakan dua cara tambahan yakni: (1) menyediakan beragam kondisi dan situs untuk terjadinya berbagai reaksi biokimia, (2) menyediakan habitat flora

dan fauna dari berbagai jenis yang membentuk biologis unsur ekosistem.

Pembangunan DAS menurut Kerr (2007), harus diupayakan tidak hanya untuk mengelola fungsi hidrologis dan ekologis tetapi juga untuk mencapai tiga tujuan yakni:

(1) melestarikan dan memperkuat basis sumber daya alam dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya untuk konservasi, merupakan tujuan yang terkait dengan aspek fisik DAS; (2) produktivitas yakni membuat pertanian dan sumber daya alam lainnya (termasuk tanah, air, padang rumput, dan hutan) yang berbasis kegiatan (misalnya perikanan, padang gembalaan, irigasi, produksi biomassa) menjadi lebih produktif, merupakan tujuan yang terkait dengan aspek fisik DAS, dan (3) mendukung mata pencaharian penduduk pedesaan untuk

mengurangi dan/ mengentaskan kemiskinan.

Setelah tujuan pembangunan DAS yang pertama tercapai, maka pencapaian tujuan tersebut digunakan sebagai basis untuk membangun bagian kedua, yang akhirnya mendukung tujuan ketiga. Proyek-proyek pembangunan DAS umumnya mempunyai tujuan yang berbeda, tergantung pada masalah pengelolaan sumber daya alam pada DAS tersebut.

Salah satu tujuan pengelolaan DAS terkait dengan upaya produktivitas penggunaan sumberdaya biotik (flora dan fauna) yang berbasis kegiatan pertanian. Agar dapat mendukung kegiatan pertanian secara berkelanjutan, maka perlu menggunakan lahan dengan cara pengelolaan yang sesuai. Apabila lahan tidak digunakan dengan tepat, produktivitas akan cepat menurun dan ekosistem menjadi terancam kerusakan. Penggunaan lahan yang tepat selain menjamin bahwa lahan dan alam memberikan manfaat untuk pemakai pada masa kini, juga menjamin bahwa sumberdaya alam ini bermanfaat untuk generasi penerus di masa-masa mendatang.

Berikut akan diuraikan secara umum langkah-langkah strategis dalam pengelolaan DAS dalam hubungannya dengan pencapaian tujuan produktivitas pertanian yang berkelanjutan, dan secara khusus dihubungkan dengan penggunaan teknik analisis zone agroekologi untuk mewujudkan tujuan tersebut. Pada bagian akhir tulisan akan dijelaskan bagaimana metodologi analisis zone agroekologi.

## **PENGELOLAAN DAS DAN PERTANIAN BERKELANJUTAN**

Agar tiga tujuan pengelolaan DAS dapat terwujud, diperlukan sepuluh langkah strategis menurut . Langkah-langkah strategis tersebut

tidak berlangsung dalam waktu singkat, namun demikian hasilnya diharapkan bisa berkelanjutan, antara lain: (1) mengidentifikasi penyebab utama terjadinya degradasi lahan atau lingkungan atau hutan atau pertanian, seperti penggunaan lahan yang tidak tepat, ataupun pengelolaan lahan yang buruk; (2) mengaktifkan partisipasi masyarakat/semua stake holders/para pihak pengguna lahan dalam berbagai kegiatan mulai dari perencanaan, implementasi, monitoring dan evaluasi; (3) memilih teknologi yang tepat guna (*site specific*) tergantung lingkungan masing-masing; (4) membentuk institusi/kelembagaan yang diperlukan, termasuk aturan main dan adat/norma dalam masyarakat yang berbudaya. Untuk itu perlu dibentuk kelompok yang memiliki kesesuaian dengan persamaan kebutuhan, minat atau kemampuannya, maupun badan khusus yang memiliki otoritas tertentu untuk mengelola daerah hulu sampai hilir; (5) membentuk komisi pengawas atau penasehat; (6) menguatkan pelayanan pemerintah, tidak hanya yang berimplikasi pada peningkatan perekonomian dalam waktu singkat melainkan juga yang berdampak dalam waktu yang lebih lama; (7) membentuk aturan/peraturan dasar yang dibutuhkan dalam bentuk Undang undang atau Rencana Peraturan Pemerintah; (8) pemberdayaan tenaga yang dibutuhkan. Sampai saat ini yang diperhatikan adalah tenaga-tenaga yang aplikatif, sementara tenaga dari ilmu murni tidak diperhatikan; (9) mengidentifikasi hal-hal yang perlu diteliti (tidak semua penyebab perlu diteliti); (10) mengembangkan program konservasi sumberdaya alam baik di tingkat lokal, distrik maupun nasional.

Dalam hubungannya dengan pencapaian tujuan produktivitas pertanian yang berkelanjutan, Organisasi Pangan Dunia (FAO), pada tahun 1989 mendefinisikan pertanian berkelanjutan yang diadopsi dari *FAO Trainer's Manual*, Vol. 1, "Sustainability issues in agricultural and rural development policies" (1995), sebagai suatu usaha pengelolaan dan konservasi yang berbasis sumberdaya alam, dan berorientasi pada perubahan teknologi dan kelembagaan guna menjamin tercapainya dan terpenuhinya kebutuhan manusia generasi saat ini maupun mendatang. Dengan kata lain pembangunan pertanian berkelanjutan harus dapat sekaligus merupakan usaha konservasi lahan, air, sumberdaya genetik tanaman maupun hewan, yang tidak merusak lingkungan, dilakukan secara teknik tepat guna, layak secara ekonomis, dan diterima secara sosial.

### **ZONE AGROEKOLOGI DAN AGROEKOSISTEM**

Istilah agroekologi menurut Wezel et.al (2009) dapat digunakan untuk berbagai cara, sebagai ilmu, sebagai gerakan dan sebagai praktek. Secara garis besar agroekologi adalah studi tentang peran pertanian di dunia. Agroekologi menyediakan kerangka kerja yang interdisipliner untuk mempelajari kegiatan pertanian. Dalam kerangka ini, pertanian merupakan bagian dari konteks ekologi. Agroekologi mengacu pada prinsip-prinsip ekologi dasar untuk kerangka kerja konseptual tersebut. Sementara itu agroekologi menurut <http://www.agroecology.org/glossary.html> adalah ilmu yang menerapkan konsep ekologi dan merupakan prinsip-prinsip untuk merancang dan mengelola agroekosistem yang berkelanjutan. Adapun yang

dimaksud dengan agroekosistem menurut sumber yang sama adalah suatu sistem pertanian yang dipahami sebagai suatu ekosistem.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, agroekosistem dijelaskan sebagai istilah yang digunakan untuk pertanian yang bersifat hubungan timbal balik antara sekelompok manusia (masyarakat) dan lingkungan fisik dari lingkungan hidupnya guna memungkinkan kelangsungan hidup kelompok manusia (masyarakat) itu. Dalam Agro-ecosystem Health Project (1996), agroekosistem dinyatakan sebagai sebuah unit spasial yang fungsional untuk kegiatan pertanian, tidak hanya mencakup komponen biotik dan abiotik tetapi juga interaksi di dalamnya. Sementara itu menurut Rusna (2008) agroekosistem adalah bagian dari toposekuen atau katena lahan yang merupakan gabungan dari berbagai relief makro secara berurutan dari pantai sampai ke puncak gunung, atau dikenali sebagai perbedaan tinggi rendahnya permukaan bumi yang diukur secara vertikal disebut topografi. Relief makro tersebut dapat dibedakan menjadi dataran rendah, pegunungan rendah, pegunungan menengah dan pegunungan tinggi. Menurut Amien (1997) dalam Rusna (2008) agroekosistem merupakan sekelompok wilayah yang keadaan fisik lingkungannya hampir sama dimana keragaman tanaman dan hewan dapat diharapkan tidak akan berbeda nyata.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (1999) menjelaskan bahwa untuk melakukan analisis zone agroekologi maka suatu wilayah perlu dikelompokkan berdasarkan keadaan "keseragaman" aspek biofisik lingkungan. Zone agroekologi merupakan sebuah

teknologi evaluasi kesesuaian lahan untuk penggunaan lahan yang spesifik, khususnya dalam sektor pertanian yang berwawasan lingkungan (Adnyana, 2006).

Secara umum tujuan analisis zone agroekologi menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (1999) adalah sebagai berikut: (1) menyusun data dan informasi tentang keadaan biofisik dan sosial ekonomi di suatu wilayah ke dalam sistem pangkalan data dan berbagai jenis peta sehingga tersedia informasi yang terpadu dan memadai mengenai keadaan lingkungan di suatu wilayah; (2) melakukan analisis kesesuaian beberapa jenis tanaman/komoditas pertanian penting serta kesesuaian teknologi di suatu wilayah; (3) mengidentifikasi berbagai komoditas pertanian unggulan spesifik lokasi, serta mengidentifikasi kebutuhan teknologinya; (4) memberikan masukan dalam rangka perencanaan penelitian, pengkajian dan pengembangan komoditas unggulan spesifik lokasi.

Penentuan zonasi agroekologi didasarkan pada unsur-unsur pokok fisik lingkungan seperti iklim, hidrologi, fisiografi (bentuk wilayah), sumberdaya tanah, vegetasi dan penggunaan lahan. Penentuan pilihan komoditas yang akan dikembangkan berdasarkan pada pertimbangan faktor sosial ekonomi. Pada wilayah dengan penggunaan lahan yang sudah mantap, pilihan komoditas diarahkan pada tanaman yang secara teknis mudah dibudidayakan, secara ekonomis menguntungkan, dan secara sosial dapat diterima masyarakat serta didukung oleh penyediaan sarana produksi yang memadai dan teknologi yang tepat. Dengan demikian komponen utama agroekologi adalah selain keseragaman tanaman dan

hewan sebagai unsur biotik juga unsur fisiknya, seperti iklim, fisiografi atau bentuk wilayah dan tanah. Dengan mempertimbangkan keadaan agroekologi, penggunaan lahan berupa sistem produksi dan pilihan-pilihan tanaman yang tepat dapat ditentukan untuk menunjang produktivitas yang berkelanjutan. Dalam pengertian sumber daya lahan, zona agroekologi/agroekosistem merupakan interaksi antar komponen lahan (iklim, hidrologi, topografi, tanah) dengan kegiatan pertanian yang ada di suatu wilayah.

Dengan memperhatikan keterkaitan antara tujuan pengelolaan DAS dan zona agroekologi, maka untuk itu kondisi iklim dan hidrologi perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari deskripsi lahan yang menentukan kesesuaiannya untuk berbagai jenis penggunaan lahan dalam DAS tersebut. Untuk daerah tropis seperti Indonesia pada umumnya, ketinggian tempat berpengaruh terhadap iklim, jenis tanah, fisiografi dan penggunaan lahan. Pengaruh tinggi tempat terhadap iklim terutama terjadi terhadap komponen suhu, kelembaban dan curah hujan. Makin tinggi suatu tempat makin tinggi curah hujan dan kelembabannya, tetapi semakin rendah suhu udaranya. Sebaliknya makin rendah suatu tempat makin tinggi suhunya dan semakin rendah kelembabannya.

Faktor iklim merupakan komponen agroekosistem yang paling sulit untuk dimodifikasi. Komponen iklim yang paling berpengaruh terhadap keragaman tanaman adalah suhu dan kelembaban. Iklim dikelompokkan berdasarkan faktor-faktor iklim utama yang berhubungan erat dengan keragaman tanaman yaitu suhu dan kelengasan. Hubungan fungsi hidrologi DAS sangat erat

terkait dengan jenis penggunaan lahan dan tutupan lahan dalam DAS. Hubungan ini menunjukkan pentingnya upaya untuk menjaga fungsi hidrologi DAS secara aman dan lestari yaitu dengan memperhatikan azas konservasi tanah dan air. Dalam konteks perencanaan pengelolaan DAS, Pawitan (2000), mengemukakan bahwa aspek iklim perlu dianalisis terutama untuk menetapkan erositivitas hujan (indeks R) untuk melihat ancaman erosi, serta untuk memetakan zonasi iklim/agroklimat/agroekologi guna mengetahui distribusi regime kelengasan dan regime termal di wilayah tersebut untuk perencanaan tanaman pangan maupun tanaman produktif lainnya.

Aspek suhu dan kelengasan sebagai unsur iklim perlu diketahui untuk menetapkan zone agroekologi. Untuk daerah tropis seperti Indonesia, klasifikasi suhu dibagi menjadi panas (biasanya pada ketinggian di bawah 700 m) dan sejuk (wilayah dengan ketinggian yang lebih tinggi sampai sekitar 2000 m di atas permukaan laut). Di Indonesia juga dijumpai wilayah dengan rejim suhu yang dingin yakni pada elevasi yang lebih tinggi dari 2000 m, tetapi tidak banyak diusahakan untuk pertanian. Sedangkan aspek kelengasan tidak hanya ditentukan berdasarkan sebaran curah hujan semata, tetapi juga pada keadaan tanah. Sifat-sifat tanah yang sangat menentukan dalam usaha pertanian adalah selang kemasaman, selang tekstur dan drainase tanah. Kelengasan bisa dibagi menjadi basah, lembab, agak kering dan kering berdasarkan berapa lama tanah sampai kedalaman tertentu mengalami kekeringan dalam setahun. Daerah lembah yang banyak mendapat air dari sekitarnya akan selalu basah

walaupun curah hujannya sangat sedikit.

Usaha pertanian juga sangat ditentukan oleh bentuk wilayah atau fisiografi (*terrain*) dan jenis tanah. Fisiografi adalah bentukan alam di permukaan bumi yang dibedakan berdasarkan proses pembentukan dan evolusinya (LREPP 1994a dalam Rusna, 1996). Proses pembentukan dan evolusi muka bumi dapat berasal dari tenaga dalam bumi (endogen) dan dari luar bumi (eksogen). Dari pengertian fisiografi tersebut wilayah yang berada dalam satu toposekuen dapat dibedakan menjadi beberapa fisiografi, karena wilayah dalam satu toposekuen terdiri atas berbagai macam proses pembentukan lahan dan evolusi. Secara historis formasi geologi mempengaruhi kondisi yang ada di permukaan bumi terutama relief atau topografi. Dalam proses pembentukan tanah, relief atau topografi ini berperan besar dalam mempengaruhi proses, karena dengan perbedaan topografi, dari bahan yang sama dapat terbentuk lebih dari satu jenis tanah. Formasi geologi juga memiliki pengaruh kepada struktur suatu kawasan terutama sifat-sifat lahannya, atau dengan kata lain formasi geologi menjadi penentu satuan lahan yang ada di permukaan bumi. Formasi geologi dalam bentuk kegiatan volkan yang mempengaruhi sistem satuan lahan di permukaan bumi.

Selanjutnya tanah merupakan komponen sumberdaya alam yang mencakup semua bagian padat di atas permukaan bumi. termasuk semua yang ada di atas dan di dalamnya yang terbentuk dari bahan induk yang dipengaruhi oleh kinerja iklim, jasad hidup, dan relief setempat dalam waktu tertentu. Dalam satu toposekuen akan dijumpai berbagai jenis tanah, sebagai akibat adanya

perbedaan bahan induk, iklim, topografi dan penggunaan lahan (Hardjowigeno, 1993 dalam Rusna, 2008).

Bentuk wilayah dapat dinyatakan dengan besarnya lereng (dalam derajat atau persentase) secara kuantitatif namun juga dapat dibedakan secara kualitatif seperti wilayah datar, berombak, bergelombang, berbukit atau bergunung dengan lereng yang semakin meningkat. Lereng lahan banyak dipakai sebagai bahan pertimbangan mengingat bahaya erosi dan penurunan mutu lahan merupakan ancaman yang nyata pada pertanian berlereng curam di daerah tropika basah. Pertanian di lereng yang curam juga membatasi penggunaan tenaga mesin dan ternak dalam pengolahan tanah, sehingga untuk daerah seperti ini lebih banyak dianjurkan tanaman tahunan yang lebih sedikit memerlukan tenaga kerja.

Selain masalah erosi dan degradasi lahan, kendala lain seperti efisiensi energi dalam jangka panjang perlu dipertimbangkan. Pada lahan yang curam, tenaga yang diperlukan untuk mengangkut masukan pertanian dan hasil-hasil pertanian dari dan ke lahan usaha akan menjadi sangat tinggi. Hal ini menyebabkan usahatani pada lahan curam hanya akan menguntungkan apabila upah tenaga relatif rendah.

Menurut Conway (1987) dalam Adnyana (2006), keragaman penggunaan lahan dan kegiatan pertanian di suatu wilayah akan terjadi disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi agroekosistem yang berkaitan dengan aspek iklim dan tanah sebagai penentu terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Dengan tersedianya data iklim, tanah, dan bentuk lahan (fisiografi) berikut

penggunaan lahannya dari setiap zona agroekosistem, maka penyusunan rancangan alih teknologi pertanian akan dapat dilakukan secara akurat. Petani yang mengusahakan lahannya pada agroekosistem yang sama akan memiliki persamaan persepsi, baik di dalam mengelola lahan dan mengatasi permasalahan, maupun dalam hal memenuhi kebutuhan masukan dan teknologinya. (FAO 1996).

Makin baik keadaan suatu lahan, makin banyak alternatif komoditas yang dapat dipilih. Dalam pemilihan tanaman yang sesuai untuk diusahakan pada suatu lahan, diperlukan data masukan tentang lereng, tekstur, kemasaman, serta dilengkapi dengan data rejim kelembaban dan rejim suhu. Anjuran-anjuran akan jenis tanaman apa yang paling sesuai didasarkan pada keadaan tanah dan iklim. Apabila lahan tidak sesuai untuk usaha pertanian dapat diberikan pilihan-pilihan tanaman kehutanan yang dapat tumbuh baik di wilayah tersebut. Kesesuaian tanaman umumnya dibatasi oleh kekurangan atau kelebihan air maupun suhu yang ekstrim. Sedangkan kendala tanah, umumnya dapat diatasi dengan lebih mudah dan biaya yang lebih rendah.

Berkaitan dengan persyaratan tumbuh komoditas pertanian yang berbasis lahan, analisis kualitas dan karakteristik lahan spesifik lokasi dari setiap zona agroekosistem merupakan penentu keberhasilan pengembangan komoditas pertanian (Djaenudin *et al.* 2003). Persyaratan penggunaan lahan menurut FAO (1983, dalam Djaenudin *et al.* 2003) yang digunakan dalam evaluasi lahan mencakup aspek persyaratan agroekosistem, manajemen, penyiapan lahan dan konservasi. Sementara itu data yang berhubungan dengan kebutuhan

masuk pada agroekosistem dan teknologi, serta keluaran yang akan dihasilkan pada tingkat manajemen tertentu merupakan parameter untuk evaluasi lahan secara ekonomi (Rossiter and Van Wambeke 1997). Komoditas pertanian yang diusahakan pada agroekosistem yang paling sesuai dengan persyaratan tumbuhnya akan mampu memproduksi optimal dengan kualitas prima hanya dengan memerlukan masukan yang relatif rendah, sehingga produk yang dihasilkan akan mampu berdaya saing.

Proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman membutuhkan dua faktor pendukung utama, yaitu kondisi agroklimat dan daya dukung lahan. Kondisi agroklimat memberikan dukungan lingkungan abiotik berupa fenomena iklim (panjang dan intensitas matahari, temperatur, kelembaban udara, perilaku angin dan sebaran hujan), sedangkan lahan memberikan dukungan karena fungsi tanah yang berperan sebagai lumbung lengas dan hara.

Dalam satuan kawasan pemanfaatan lahan, kondisi agroklimat lebih banyak menentukan kecocokan dan kesesuaian iklim terhadap persyaratan lingkungan yang dibutuhkan tanaman, sehingga untuk keperluan praktis hubungan kondisi iklim dan tanaman disajikan dalam bentuk pembagian area kesesuaian iklim terhadap tanaman (*agroclimate zone*). Sedangkan hubungan antara tanaman dan daya dukung tanah setempat, biasanya hanya terbatas pada upaya "agar" tanaman dapat tumbuh dan memberikan produksi maksimal (evaluasi kemampuan lahan). Dalam skala yang lebih besar, upaya semacam ini kurang memadai, apalagi jika menyangkut luasan tanah

yang menghampar di permukaan bumi lengkap dengan situasi lingkungan yang melingkupinya.

Atas dasar hal tersebut, maka pembahasan tidak lagi sebatas pada situasi tempat tanaman tersebut berada, tetapi sudah menyangkut sebuah pola pemanfaatan luasan hamparan tanah di suatu kawasan lingkungan. Satuan kawasan ini bisa berdasar pada zona agroklimat sejenis atau atau satuan geomorfologis (ukuran-ukuran atau kenampakan satuan penyusun lahan atau kenampakan-kenampakan fisik di permukaan bumi.

Untuk analisis iklim tertuang ke dalam penggolongan iklim sebagai usaha dalam memberikan gambaran umum yang mudah dan logis pada variasi iklim yang besar. Mohr, Oldeman dan Schmidt Fergusson adalah para ahli yang telah melakukan penggolongan iklim dengan menggunakan jumlah curah hujan. Mohr meneliti kondisi iklim di daerah tropis, sedangkan Oldeman khusus melakukan penelitian tersebut di Pulau Jawa. Keduanya menghasilkan klasifikasi iklim yang berbeda, walaupun dasar pemikiran yang dipakai sama yaitu jumlah bulan basah dan bulan kering. Salah satu perbedaannya adalah klasifikasi Oldeman khusus diaplikasikan untuk kegiatan pertanian tanaman pangan.

Kajian tentang lahan ditujukan untuk menghasilkan suatu informasi yang disebut dengan Kemampuan Lahan (*Land Capability*). Dalam arti yang lebih luas kemampuan lahan adalah ukuran kecocokan suatu lahan untuk kegiatan penduduknya yang bertumpu pada sektor pertanian. Untuk keperluan praktis, kajian ini akan menghasilkan Klas-klas Kesesuaian Lahan (*Land Suitability*)

bagi pemanfaatan suatu bentang lahan dengan jenis komoditi tertentu.

Sementara itu aspek hidrologi perlu dianalisis terutama untuk menetapkan ketersediaan air wilayah (*water yield*) dan regime/fluktuasi aliran sungai. Ada beberapa indikator hidrologi suatu wilayah atau DAS. Pawitan (2000) menyatakan bahwa untuk menetapkan ketersediaan air wilayah, maka perlu dilakukan pendugaan aliran mantap (*dependable flow*) dari data debit bulanan yang tersedia. Selain itu juga perlu dilakukan pendugaan *water yield* baik berupa volume aliran tahunan, maupun sebagai koefisien limpasan, dengan metode neraca hidrologi menggunakan data curah hujan dan debit bulanan. Adapun regime aliran sungai ditetapkan dengan terlebih dahulu melakukan pendugaan ratio debit maksimum/minimum dari data debit bulanan, serta melakukan analisis hidrograf sungai dengan menduga berdasarkan parameter-parameter hidrograf aliran, seperti debit puncak, waktu mencapai puncak dan waktu aliran dasar dengan memanfaatkan data debit harian atau jam.

Berdasarkan jumlah air yang dibutuhkan untuk budidaya tanaman, maka lahan budidaya dibedakan menjadi menjadi lahan basah (*wet land*) dan lahan kering (*dry land*). Dalam pengertian umum lahan basah adalah lahan yang berdekatan dengan sumber air, dan karena air selalu berada di tempat yang lebih bawah, maka lahan basah juga sering disebut lahan bawahan (*low land*). Sedangkan lahan kering selalu berada di daerah atas sehingga sering disebut lahan atasan (*up land*) yang menunjukkan kondisi kering sepanjang tahun (mengandalkan curah hujan sebagai satu-satunya sumber air).

Lahan basah digambarkan sebagai lahan yang basah sepanjang tahun (bahkan tergenang) sehingga kandungan lengas selalu berada di atas kandungan lengas kapasitas lapangan. Lahan kering digambarkan sebagai lahan yang memiliki keterbatasan air sepanjang tahun dan tidak pernah dalam kondisi tergenang. Kandungan lengas tanahnya selalu berada di bawah kandungan lengas kapasitas lapangan. Curah hujan yang turun tidak dapat mengimbangi laju evapotranspirasi, sehingga secara visual tanaman mengalami kelayuan.

Sementara itu berdasarkan produktivitasnya, dan ada tidaknya faktor pembatas lahan, maka lahan pertanian dibedakan menjadi lahan produktif (*produktive land*) dan lahan tidak produktif/lahan marginal (*marginal land*).

Pembangunan pertanian (agroekosistem) juga tidak dapat terlepas dari faktor sosial ekonomi, seperti penduduk sebagai sumber tenaga kerja dan potensi pasar, prasarana dan kebiasaan masyarakat. Teknologi pertanian dapat berkembang dan berkelanjutan tidak saja karena secara teknis mantap dan aman secara lingkungan, tetapi juga secara ekonomi harus layak, secara sosial dapat diterima dan secara administratif dapat dikelola. Pada akhirnya hasil analisis tersebut tidak hanya dapat digunakan untuk keperluan konservasi akibat ancaman bahaya erosi namun juga dapat digunakan untuk merencanakan agroekosistem yang paling tepat untuk memenuhi kesejahteraan penduduk di dalam DAS tersebut.

Sejalan dengan peningkatan produksi sebagai dampak positif penerapan teknologi dan input lainnya muncul berbagai permasalahan yang berkaitan dengan proses produksi,

pascapanen (pengeringan, sortasi, dan lain-lain), penyimpanan, pengangkutan dan pemasaran. Sejauh ini proses produksi dan penanganan hasil panen komoditas lebih banyak menekankan pada kemampuan dan keterampilan individu. Proses yang melibatkan kelembagaan, baik dalam bentuk lembaga organisasi maupun kelembagaan norma dan tata pengaturan, pada umumnya masih terpusat pada proses pengumpulan dan pemasaran dalam skala tertentu. Bagi sebagian besar wilayah eksistensi kelembagaan pertanian dan petani belum terlihat perannya. Padahal fungsi kelembagaan pertanian sangat beragam, antara lain adalah sebagai penggerak, penghimpun, penyalur sarana produksi, pembangkit minat dan sikap, dan lain-lain.

Elemen kelembagaan yang berperan adalah kelembagaan dalam bentuk lembaga organisasi dan kelembagaan norma. Dalam hal ini diambil konvensi Normal Uphoff (1992) dan Alan Fowler (1992) dalam Sadikin dkk (200..) tentang kelembagaan dan lembaga organisasi: "*an institution is a complex norms and behaviors that persists over time by serving some socially valued purpose, while an organization is a structure of recognized and accepted roles*". Salah satu penampilan (manifestasi) kelembagaan pertanian lokal yang mampu menjangkau petani kecil di wilayah pedesaan Indonesia adalah lembaga penyalur sarana produksi informal dalam bentuk *penjaja kredit keliling*. Lembaga ini merupakan lembaga non-organisasi dan dioperasikan oleh individu-individu yang mampu menjalin kepercayaan pengambil kredit dengan berbagi norma dan perilaku yang diterima secara sosial. Kondisi saling mempercayai ini merupakan jaminan akan kelancaran

penyaluran kredit, pembayaran kembali, penjualan hasil pertanian dan proses alih informasi dan teknologi.

Elemen kelembagaan sebagai salah satu elemen penting dalam upaya peningkatan keterampilan dan perbaikan kemampuan produksi petani sering terlupakan karena peran nyata dalam proses produksi sering berada dalam posisi marginal. Sejauh ini upaya peningkatan produksi pertanian senantiasa dikaitkan dengan penerapan dan jenis teknologi yang dinilai sesuai dengan tujuan produksi, padahal peran kelembagaan dan lembaga pertanian dalam proses penyebaran dan adopsi inovasi teknologi pertanian masih sangat kuat. Lebih jauh lagi pada hirarki sosial tertentu, proses penyaluran informasi dan teknologi tidak dapat dilepaskan dari eksistensi dan peran kelembagaan dan situasi sosial tertentu. Dengan demikian upaya penelitian dan pengamatan elemen kelembagaan dan perannya dalam proses pengembangan dan perkembangan produksi pertanian diharapkan mampu meningkatkan input untuk penyusunan program dan kebijakan regional dan nasional.

## METODOLOGI ANALISIS ZONE AGROEKOLOGI

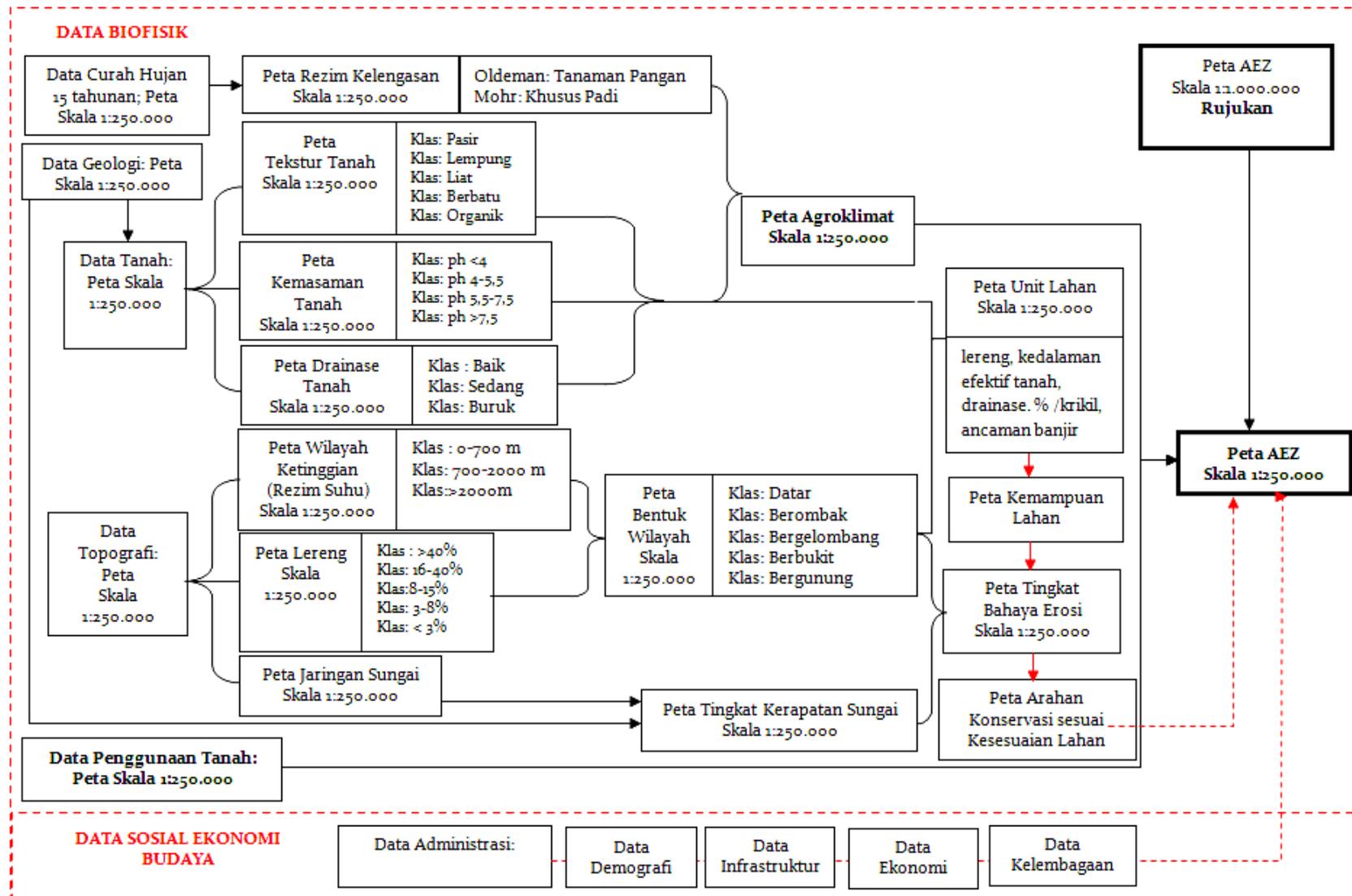
Secara garis besar ada dua jenis data dan informasi yang perlu diperhatikan dalam analisis zone agroekologi, yaitu data biofisik dan data sosial ekonomi budaya. Data dan informasi potensi sumber daya lahan dan aspek biofisik lainnya dari setiap zona agroekologi atau agroekosistem tersebut tidak hanya disajikan dalam bentuk tabular, tetapi juga dalam bentuk spasial (peta), sehingga mempermudah penggunaannya perencana dan pengambil kebijakan dalam

menyusun program pengembangan wilayah. Dari data spasial akan dapat diketahui secara pasti keberadaan lahan yang berpotensi maupun yang bermasalah termasuk berbagai kendalanya yang harus diatasi. Demikian pula akan dapat diketahui kebutuhan masukan untuk mengatasi berbagai faktor pembatas yang ada pada setiap satuan agroekosistem (Djaenudin *et al.* 2003).

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk melakukan analisis zone agroekologi atau agroekosistem. Beberapa terapan analisis zone agroekologi digambarkan dalam diagram berikut (Gambar 1). Diagram tersebut menunjukkan bagaimana informasi tentang kondisi biofisik lahan maupun kondisi sosial ekonomi maupun budaya penduduk yang ada digunakan untuk menjelaskan karakteristik zone agroekologi (AEZ) pada satuan lahan yang lebih kecil (pada diagram dicontohkan skala 1:250.000) diperlukan rujukan peta zone agroekologi skala 1:1.000.000. Selanjutnya, seperti telah dijelaskan pada bagian terdahulu, bahwa data biofisik yang diperlukan, antara lain: data iklim yaitu: (a) rezim kelengasan merupakan hasil pendugaan dari zonasi iklim dengan drainase tanah. Zonasi iklim didasarkan pada jumlah bulan kering dan bulan basah yang dibuat oleh Oldeman yakni jika jumlah bulan kering kurang dari 3 bulan maka dapat digolongkan ke dalam klas lembab (*udic*), sementara jika jumlah bulan kering antara 3-6 bulan maka dapat digolongkan ke dalam klas agak kering (*ustic*), dan jika jumlah bulan kering lebih dari 6 bulan maka digolongkan ke dalam klas kering (*ardic*). (b) rezim suhu merupakan hasil pendugaan dari ketinggian tempat dari muka laut,

yang dibedakan menjadi wilayah panas/ *isohyperthermic* dengan ketinggian lebih rendah dari 700 m, wilayah sejuk/ *isothermic* antara 700 sampai 2000 m dan wilayah dingin/ *isomesic* yang lebih tinggi dari 2000m.

Selain data iklim, dibutuhkan pula data tanah yang terdiri dari: (a) tekstur, kemasaman dan drainase diperlukan untuk menentukan zone agroklimat, (b) berdasarkan satuan zone agroekosistem yang telah ditetapkan. selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengambilan contoh tanah pada setiap sub zone agroekosistem, dengan tujuan untuk mengetahui kelas kemampuan lahannya. Pengamatan/pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan terutama terhadap sifat fisik tanahnya. Karakteristik fisik tanah yang diamati di lapangan disesuaikan dengan kebutuhan data yang diperlukan dalam analisis kesesuaian lahan. Data tersebut adalah kemiringan lereng, kedalaman efektif tanah, drainase. persentase batuan/krikil, dan ancaman terhadap banjir (Djaenudin, dkk. 2003), diperlukan tambahan data permeabilitas, ancaman banjir dan kegaraman/salinitas. Sifat tanah yang tidak dapat ditetapkan di lapangan, maka dilakukan pengambilan contoh tanah untuk dianalisis di laboratorium, (c) untuk menentukan tingkat erosi diperlukan data zone agroklimat yang ditambah dengan informasi tentang kemampuan lahan dan kemiringan lereng termasuk jenis konservasi tanah yang dilakukan; (d) selanjutnya dengan mempertimbangkan erosi yang dapat ditoleransi, maka dapat ditentukan arahan konservasi yang diperlukan.



Gambar 1. Diagram Analisis Zone Agroekologi

Selain itu, dibutuhkan pula data fisiografi yang terdiri dari lereng, ketinggian digunakan untuk menentukan bentuklahan datar <3%, berombak 3-8%, bergelombang 8-15%, berbukit 16-45, bergunung >45%. Sedangkan data tentang jaringan sungai akan digunakan untuk menentukan tingkat kerapatan sungai.

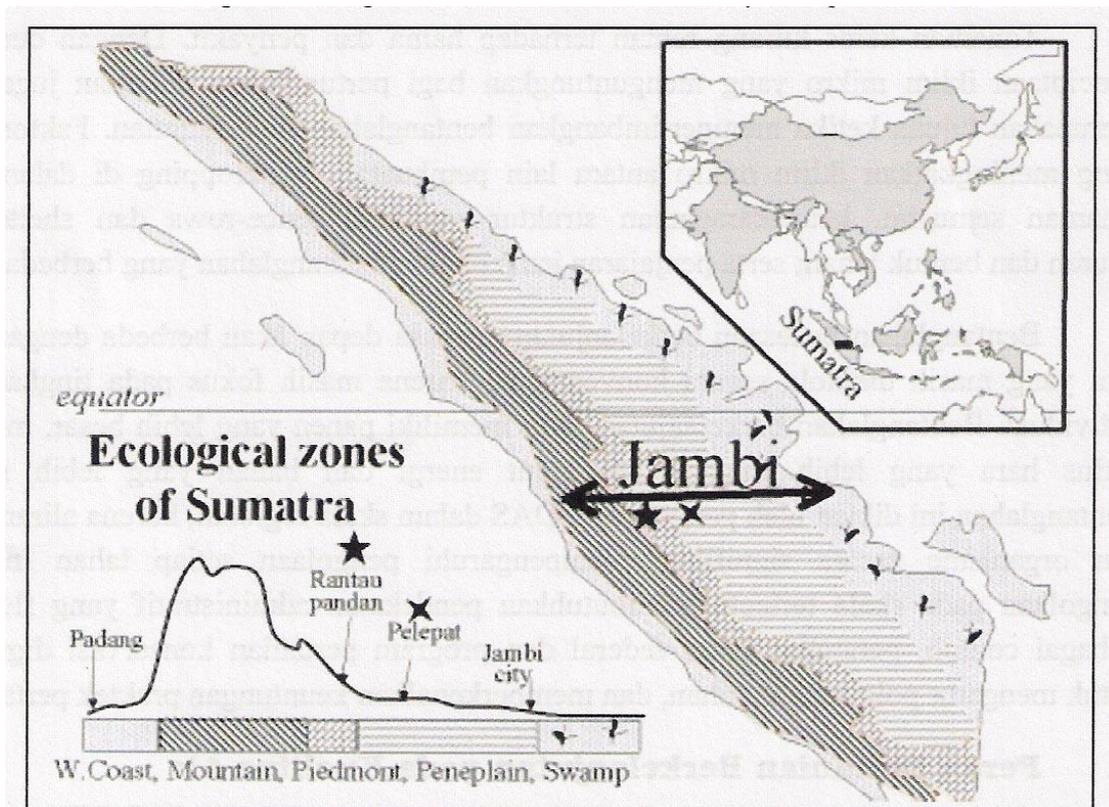
Data geologi juga dibutuhkan terapan analisis zona agroekologi yang mencakup data struktur, proses dan bahan induk batuan diperlukan untuk menentukan tingkat bahaya erosi bersama-sama dengan data fisiografi/bentuk lahan.

Data lain yang juga dibutuhkan adalah penggunaan tanah, yang berfungsi (a) bersama-sama dengan hasil analisis agroklimat digunakan untuk menentukan zone agroekologi/agroekosistem (AEZ), (b) bersama-sama dengan peta tanah dan bentuklahan dilakukan analisis data untuk mengetahui kelas kesesuaian lahannya. Data hasil pengamatan lapangan dan analisis laboratorium selanjutnya ditabulasi dan dianalisis kelas kesesuaian lahannya dengan menggunakan kriteria tertentu, misalnya kriteria LREPP H (1994) digunakan oleh Rusna (2008). Dalam analisis ini juga ditetapkan faktor pembatasnya pada masing-masing penggunaan lahan tersebut.

Selain data-data tersebut diatas, diperlukan juga data sosial-ekonomi-budaya, diantaranya: (1) data administrasi; batas dan luas

wilayah; (2) Data demografi; jumlah penduduk dengan komposisi menurut umur, pendidikan, pekerjaan, tingkat kesehatan, angka harapan hidup, kepadatan penduduk secara keseluruhan maupun kepadatan petani terhadap lahan; (3) Data infrastruktur; jalan (panjang, kerapatan jaringan, kualitas), sarana irigasi (menurut kelas teknis-semi teknis-sederhana-tadah hujan), sarana pasar, terminal/pelabuhan/bandara; (4) Data ekonomi, yang meliputi (a) PDRB per kapita mulai tingkat propinsi hingga unit terkecil yang dianalisis, menurut sektor pertanian dan non pertanian, (b) Produksi pertanian-perkebunan-peternakan-perikanan, (c) Nilai ekspor produk, (d) Pola umum dan pola usaha tani yang dominan; (5) Data kelembagaan, yang meliputi (a) Kelembagaan formal dan informal (b) Sikap petani terhadap informasi dan teknologi baru, (c) Fasilitas penelitian, kebun percobaan, demplot dan lain-lain, (d) Informasi program pemerintah, dan (e) Informasi pengetahuan dan saluran tata niaga.

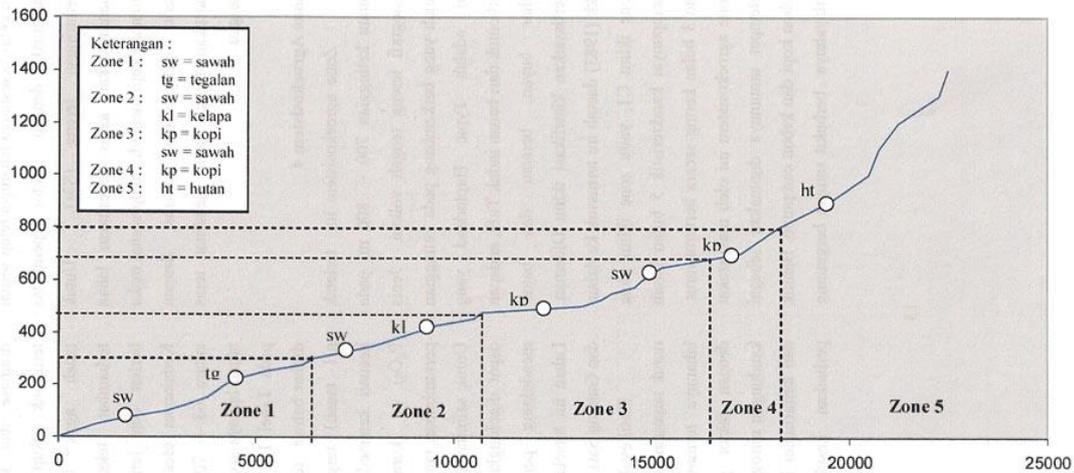
Pada gambar 2 dan 3 ditunjukkan contoh hasil deliniasi dan analisis zone agroekologi/agroekosistem di Jambi, Sumatera (Mudiyarso, dkk, 2008) dan Lereng Selatan Gunung Batukaru Kabupaten Tabanan, Bali (Rusna, 2008).



Gambar 2. Zone agroekologi/agroekosistem di Jambi, Sumatera (Mudiyarso, dkk,2008).

Kelerengan/kemiringan (*slope*) lahan dapat memberikan nuansa visual yang tersendiri, berdasarkan prosentase kemiringannya (*slope* 100% disetarakan dengan kemiringan lahan sebesar 45°) lahan atau struktur topografi suatu tapak. Lereng lahan banyak dipakai sebagai bahan pertimbangan mengingat bahaya erosi dan penurunan mutu lahan merupakan ancaman yang nyata pada pertanian berlereng curam di daerah tropika basah. Pertanian di lereng yang curam juga membatasi penggunaan tenaga mesin dan ternak dalam pengolahan tanah, sehingga untuk daerah seperti ini lebih

banyak dianjurkan tanaman tahunan yang lebih sedikit memerlukan tenaga kerja. Selain masalah erosi dan degradasi lahan, kendala lain seperti efisiensi energi dalam jangka panjang perlu dipertimbangkan. Pada lahan yang curam, tenaga yang diperlukan untuk mengangkut masukan pertanian dan hasil-hasil pertanian dari dan ke lahan usaha akan menjadi sangat tinggi. Hal ini menyebabkan usahatani pada lahan curam hanya akan menguntungkan apabila upah tenaga relatif rendah.



Gambar 3. Zone agroekologi/agroekosistem di Lereng Selatan Gunung Batukaru Kabupaten Tabanan, Bali (Rusna, 2008).

Apabila diperhitungkan akan menguntungkan secara ekonomi seperti pengusahaan tanaman-tanaman hias, dan sayuran khususnya serat tanaman hortikultura umumnya pembuatan teras bisa dilaksanakan. Perlu juga diingat bahwa pembuatan teras tidak selalu tepat untuk semua tanah. Tanah dengan bahan induk yang berjenis lepas (*loose*) seperti batuan pasir akan mudah longsor apabila diteras. Pada tanah-tanah masam penterasan akan menyingkap lapisan bawah yang banyak mengandung aluminium yang tinggi dan kurang subur sehingga akan membuat pilihan tanaman menjadi sangat terbatas.

Pertanian dengan pengusahaan tanaman semusim hanya dianjurkan pada lahan dengan lereng lebih kecil dari 8% apabila tanahnya sesuai. Pertanian ini tidak dianjurkan pada lahan datar sekiranya tanahnya dari bahan induk pasir kuarsa maupun gambut dalam, serta tanah yang terlalu banyak berbatu, sehingga menyulitkan pengelolaan tanah. Untuk tanah sulfat masam dengan lapisan cat-clay yang dekat di permukaan hanya dapat digunakan bila suasana reduksi terus dipertahankan di seperti sawah atau hutan gelam. Lahan

dengan lereng 8-15%, dianjurkan untuk sistem wanatani, dengan mengusahakan tanaman semusim bersama tanaman keras, sedangkan lahan dengan lereng 16-40% panduan metodologi analisis sebaiknya hanya diusahakan tanaman permanen, seperti tanaman keras maupun kehutanan atau padang rumput. Lahan dengan lereng di atas 40% sebaiknya digunakan untuk kehutanan sebagai wilayah konservasi.

Dengan membandingkan pola penggunaan lahan yang ada dengan pola penggunaan yang disesuaikan dengan pendekatan ekologi, maka selanjutnya dapat disusun berbagai bentuk intervensi untuk mendukung pertanian yang lebih maju dan berkelanjutan. Makin baik keadaan lahan, makin banyak alternatif komoditas yang dapat dipilih. Analisis zone agroekologi pada akhirnya akan memberi masukan bagi upaya pemilihan tanaman yang sesuai. Anjuran-anjuran akan diberikan mengenai berbagai macam sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan, tanaman penghasil serat, tanaman penghasil minyak, tanaman bahan minuman, sayur-sayuran, buah-buahan, serta cash crops seperti tembakau, tebu, karet, lada, dan lain

sebagainya berdasarkan keadaan tanah dan iklim. Apabila lahan tidak sesuai untuk usaha pertanian dapat diberikan pilihan-pilihan tanaman kehutanan yang dapat tumbuh baik di wilayah tersebut. Kesesuaian tanaman umumnya dibatasi oleh kekurangan atau kelebihan air maupun suhu yang ekstrim. Sedangkan kendala tanah, umumnya dapat diatasi dengan lebih mudah dan biaya yang lebih rendah.

Kondisi sosial ekonomi dan budaya setempat mutlak harus menjadi pertimbangan utama, karena sebuah pembangunan utilitas di permukaan bumi apalagi yang bersifat *'outdoor facilities'* dapat mempengaruhi kondisi biosfer area lain. Pengembangan utilitas yang menyebabkan ubahan/pengaruh terhadap kualitas lingkungan dapat memicu munculnya masalah sosial. Pengembangan sebuah utilitas yang kemudian lebih banyak dinikmati oleh kelompok masyarakat tertentu juga di suatu saat akan memicu kecemburuan sosial, terutama jika proyek tersebut tidak berpengaruh terhadap sektor ekonomi setempat.

Oleh karena itu harus dikaji beberapa hal yakni: (1) konsep-konsep ekonomi setempat, (2) data ekonomi terutama mata pencaharian penduduk dan pola kegiatan pemanfaatan lahan setempat, dan (3) kultur dan pola interaksi sosial serta warisan budaya.

## PENUTUP

Dengan berkembang pesatnya teknologi informasi seperti komputer, informasi apapun yang tersedia dapat digunakan untuk melakukan analisis dan simulasi untuk dapat memperoleh informasi agroekologi yang lebih baik. Dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) seperti sistem informasi geografi atau teknik penginderaan jauh, maka dapat disusun suatu sistem untuk

mengevaluasi sistem produksi yang tepat untuk suatu lahan dan mencari alternatif komoditas untuk diusahakan dengan cepat dan tepat. Menghadapi masalah lingkungan dan perdagangan bebas, maka upaya perencanaan penataan pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan hasil analisis zone agroekologi atau agroekosistem adalah salah satu cara yang dapat menjadi solusi pembangunan pertanian saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I Made, 2006. Teknologi Zone Agroekologi dalam Pembangunan Pertanian Berwawasan Lingkungan dalam Jurnal Media [BUMI LESTARI-Volume 6- No.1 February 2006.](http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/teknologi%20zone.pdf) [http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/teknologi zone.pdf](http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/teknologi%20zone.pdf)
- Agro-ecosystem Health Project. 1996. Agroecosystem health. University of Guelph, Guelph, Canada.
- Arsyad, Sitanala. 2000. Teknik Konservasi Tanah dan Air. Bogor IPB Press
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1999. Panduan Metodologi Analisis Zone Agroekologi: Panduan Karakterisasi dan Analisis Zone Agroekologi. (Edisi I). Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat & Proyek Pembinaan Kelembagaan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Black, Peter E. 1996. *"Watershed Hydrology"* Chapter 7: The Watershed.
- \_\_\_\_\_. *"Watershed Function"*. SUNY College of Environmental Science and Forestry. Syracuse, New York 13210. <http://www.watershedhydrology.com/pdf/Functions>.

- Conwey, G.R. 1987. Rapid Rural Appraisal and Agroecosystem Analysis: A
- Djaenudin, D., et.al. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balitanah, Puslitbangtanak, Balitbang Pertanian. ISBN 979-9474-27-2.
- Djaenudin, D., et.al. 2007. Potensi Sumber Daya Lahan untuk Perluasan Areal Tanaman Pangan di Kabupaten Merauke dalam Jurnal Iptek Tanaman Pangan Vol. 2 No. 2. [http://www.puslittan.bogor.net/berkas\\_PDF/IPTEK/2007/No\\_mor/2/04/Djaenudin.pdf](http://www.puslittan.bogor.net/berkas_PDF/IPTEK/2007/No_mor/2/04/Djaenudin.pdf).
- FAO. 1996. Agro-Ecological Zoning Guidelines. FAO Soil Bulletin No. 73. Rome.
- ..... 2002. [World Summit on Sustainable Development - Johannesburg, September](http://www.fao.org/wssd/SAR_D/index-en.htm). [http://www.fao.org/wssd/SAR\\_D/index-en.htm](http://www.fao.org/wssd/SAR_D/index-en.htm)
- Gunawan,B. Lis Noer,A. Land use: tata guna lahan. <http://fp.elcom.umy.ac.id/file.php/60/land-use.pdf> <http://www.agroecology.org/glossary.html> [2 Mei 2010]
- Kerr, John. 2007. "Watershed Management: Lessons from Common Property Theory" International Journal of the Commons. Vol 1, no 1 October 2007, pp. 89-109. Igitur, Utrecht Publishing & Archiving Services for IASC. <http://www.thecommonsjournal.org/index.php/ijc/article/view/8>
- Murdiyarto, D dkk, 2008. Environmental benefits and sustainable land-use options in the Jambi transect, Sumatra, Indonesia in *Journal of Vegetation Science in press for special issue on global change transects*. [http://www.asb.cgiar.org/pdfwebdocs/JambiT\\_ransect\\_final\\_LO.pdf](http://www.asb.cgiar.org/pdfwebdocs/JambiT_ransect_final_LO.pdf)
- Padgett , Merilark -Johnson & Bedell, Tom "Watershed Function". Publ 8064. [http://groundwater.ucdavis.edu/Publications/Harter FWQFS 8064](http://groundwater.ucdavis.edu/Publications/Harter_FWQFS_8064).
- Pawitan, Hidayat, 2000. Panduan Pengolahan Data Iklim dan Hidrologi untuk Perencanaan Daerah Aliran Sungai. Kertas Kerja Seksi Watershed Management pada Proyek Pengendalian Banjir Jawa Bagian Selatan. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Rossiter D. G., dan A. R. van Wambeke. 1997. Automated Land Evaluation System ALES Version 4.65d User's Manual. Cornell Univ. Dept of Soil Crop & Atmospheric Sci. SCAS. Ithaca NY, USA.
- Rusna, I Wayan,2008. Karakteristik Zone Agroekosistem dan Kesesuaian Lahan di Lereng Selatan Gunung Batukaru Kabupaten Tabanan dalam Jurnal Media Bumi Lestari Volume : 8 No. 1 February 2008. <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/karakteristiklkp.pdf>
- Sadikin, Ikin, Rita Nur Suhaeti dan Kedi Suradisastra, 200..Kajian Kelembagaan Agribisnis dalam Mendukung Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Berbasis Agroekosistem. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Wezel, A., et. Al., 2009. Agroecology as a science, a movement or a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*.