

## PEMBANGUNAN PERTANIAN BERBASIS EKOREGION DARI PERSPEKTIF KERAGAMAN IKLIM

*Haris Syahbuddin, Elza Surmaini, dan Woro Estiningtyas*

### PENDAHULUAN

Luas daratan Indonesia merupakan wilayah daratan terluas di dunia di wilayah tropis. Di mana posisi geografis tersebut diperkaya dengan diapitnya wilayah Indonesia oleh Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Para ahli meteorologi sering menyebut Indonesia memiliki iklim maritim. Menurut Yamanaka (2005), karakteristik yang dimiliki oleh benua maritim ini kaya akan uap air, suhu hangat sepanjang tahun, dan memiliki iklim yang sangat eratik dengan variabilitas yang sangat tinggi antar wilayah. Itu sebabnya karakter iklim di Indonesia secara garis besar terbagi atas dua wilayah, yaitu di bagian barat wilayah basah, sedangkan di bagian timur wilayah yang lebih kering (Aldrian *et al.*, 2007; Aldrian and Jamil, 2008). Aldrian and Susanto (2003) membagi pola hujan membagi wilayah Indonesia atas empat pola curah hujan, yaitu monsonal, equatorial, moderat dan lokal. Secara natural sifat klimatologis sumber daya iklim tersebut menjadikan wilayah barat memiliki tanah yang kurang subur dan lebih masam dibanding wilayah timur yang lebih subur dan netral. Demikian pula dengan vegetasi yang tumbuh di atasnya.

Selain itu karena bentang wilayah yang sangat panjang dan luas ini pula memberikan inspirasi pada Presiden Pertama Indonesia, Bung Karno menumpukan pertanian pada berbagai tipe tanah, bahkan gambut sebagai lumbung pangan rakyat. Dalam dunia pertanian modern saat ini, pola pikir tersebut sebagai wujud pola pikir pertanian spesifik lokasi berbasis tanah. Apabila kita tarik benang merah ke lapisan di atasnya, maka pola pikir tersebut juga berbasis pada keunggulan insitu vegetasi atau tanaman serta iklim. Secara harafiah prinsip dasar memandang keunggulan komparatif sumber daya lahan sebagai basis pembangunan pertanian spesifik wilayah atau yang dikenal juga dengan pembangunan pertanian ekoregion. Prinsip dasar lainnya dalam pembangunan pertanian ekoregion adalah pembangunan pertanian yang disesuaikan dengan sumber daya lingkungan untuk dapat mengambil manfaat yang sebesar-besarnya dengan tetap menjaga keberlanjutannya.

Dalam kaitannya dengan proses pembentukan keragaman tanah dan vegetasi yang disebabkan oleh perbedaan iklim, maka dalam telaahan kali ini akan difokuskan pada pembangunan pertanian ekoregion dalam perspektif keragaman iklim. Seperti yang sudah dijelaskan di atas keragaman iklim Indonesia dengan berbagai pola curah hujan dapat memberikan implikasi terhadap pola budidaya, yang selanjutnya akan berpengaruh pada pola distribusi sarana produksi dan pola penganggarnya. Dengan perkataan lain politik anggaran sektor pertanian adalah politik iklim. Iklim sebagai fenomena alam yang sangat terbuka sesungguhnya tidak dapat dibatasi administrasi satu negara. Iklim memiliki interkoneksi antara satu proses dengan proses lainnya. Indikasi interkoneksi ini bias terjadi pada jarak yang dekat maupun jauh. Sebagai contoh, pola curah hujan di Sumatera Utara, dipengaruhi oleh serbuk dingin di bagian utara Laut Cina Selatan (Compo *et al.*, 1999; Wu *et al.*, 2007, Hattori dan Mori, 2011), anomali suhu muka laut di Pasifik timur berpengaruh signifikan terhadap curah hujan di bagian selatan equator wilayah Indonesia (Aldrian dan Susanto, 2003; Boer *et al.*, 2014) atau anomali suhu muka laut di Samudra Hindia sangat signifikan berpengaruh pada curah hujan di pulau Sumatera (Murtugudde *et al.*, 1999; Saji dan Yamagata, 2003). Tidak hanya terhadap curah hujan, anomaly suhu muka laut di Samudera Pasifik dan samudera Hindia juga berpengaruh terhadap debit sungai di Indonesia, seperti sungai Citarum (D'Arrigo *et al.*, 2009; Sahu *et al.*, 2012).

Pola curah hujan *monsoonal*, dengan musim hujan diawali pada September/Oktober dan puncak curah hujan terjadi pada Januari/Februari meliputi sebagian besar wilayah selatan



Indonesia. Dimana cakupan wilayah pola curah hujan ini mencapai 75% total area lahan sawah di Indonesia. Wilayah curah hujan *monsoonal* mulai dari Riau, Bengkulu, Babel, Sumatera Selatan, Jawa, Bali, Kalimantan Selatan, dan bagian barat Sulawesi Selatan. Pada wilayah dengan pola curah hujan seperti ini, ketersediaan saprodi sudah harus ada sebelum masuk masa tanam. Dengan demikian akan ada penghematan air, produktivitas yang dapat dimaksimalkan, meminimalisir serangan OPT, dan meningkatkan IP karena air masih memadai untuk musim tanam yang kedua. Pola curah hujan lokal dan equatorial dengan pola curah hujan sepanjang tahun atau perbedaan musim hujan dan musim kemarau yang tidak jelas, meskipun memiliki cakupan wilayah yang tidak seluas pola monsoonal, yaitu sekitar 20% total luas lahan sawah, namun pola ini memungkinkan dilakukannya intensitas pertanaman lebih dari dua kali dalam setahun. Agar produksi padi yang dihasilkan tidak bersamaan waktunya dengan pola monsoonal, pengaturan penyaluran saprodi dan jadwal tanam pada wilayah ini dapat dilakukan lebih awal. Demikian pula halnya dengan wilayah dengan pola hujan moderat, dimana puncak curah hujan biasanya terjadi pada bulan Mei/Juni.

Melalui pendekatan karakteristik iklim ini pula sesungguhnya swasembada kedelai dan atau jagung dapat dicapai dalam waktu yang tidak terlalu lama. Kuncinya ada pada pengaturan komoditas yang akan ditanam. Pengaturan pola tanam padi/padi/palawija pada daerah bertipe hujan monsoonal, lokal dan equatorial; dan padi/palawija/palawija pada daerah moderat disepakati secara nasional melalui Undang-Undang. Secara tegas diatur bahwa pada musim ketiga tidak diperkenankan menanam padi dengan tujuan: (1) menghemat sumber daya air, (2) menghindari terjadinya puso, (3) memutus siklus OPT sekaligus mengembalikan kesuburan tanah, (4) mempercepat swasembada jagung dan kedelai, dan (5) memberi kesempatan pada PU Pengairan untuk melakukan perawatan saluran dan bangunan air lainnya. Untuk mengurangi penurunan luas panen dalam satu tahun yang diperkirakan mencapai 14 juta ha, maka pertanaman padi pada musim tanam kedua harus dimaksimalkan.

### **Perubahan Iklim : Tantangan dan Peluang**

Subsektor pertanian yang paling rentan terhadap perubahan iklim adalah sub sektor tanaman pangan. Risiko pertanian akibat perubahan iklim yang paling sering terjadi adalah akibat adanya iklim ekstrim dan perubahan pola distribusi curah hujan. Salah satu fenomena meteorologis yang sering melanda Indonesia adalah El Nino dan La Nina. Keduanya merupakan sepasang fenomena yang terjadi beriringan, sebagai bentuk dari kesetimbangan neraca air di atmosfer. Sekitar 65% peluang El Nino akan diikuti oleh La Nina. Berdasarkan data historis 25 tahun (1990 - 2015) telah terjadi 10 kali El Nino dan 8 kali La Nina. El Nino kuat telah terjadi 2 kali yaitu pada 1997-1998 dan 2015, sedangkan La Nina kuat baru terjadi pada 1988-1989 (BMKG, 2015). Meskipun demikian, pada tahun 1991 saat El Nino sedang, lahan sawah terkena kekeringan sangat luas mencapai 617.711 ha dan puso mencapai 153.290 ha. Luas tersebut merupakan luas terbesar yang pernah terjadi selama 25 tahun terakhir (Tabel 1). Luasnya areal yang terkenan kekeringan dan puso ketika El Nino lemah, diakibatkan oleh banyak petani melakukan gadu nekat akibat curah hujan masih terjadi, padahal curah hujan tersebut tidak mencukupi. Demikian pula yang terjadi pada El Nino Moderate tahun 2003.

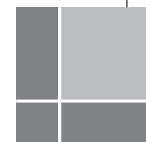


Tabel 1. Kejadian El Nino dan Dampaknya Terhadap Produksi dan Luas Panen Periode 1991-2015

No	Tahun El-Nino	Tahun	Bulan Awal/Akhir El Nino	Kelas Magnitude		Luas Sawah (ha)		Produksi (ton)	Luas Panen (ha)
				Nino 3.4	DMI	Terkena	Puso		
1	1991/1992	1991	Juni	Sedang	Kuat +	617.711	153.290	44.688.247	10.392.616
		1992	Juli		- Kuat	22.570	4.922	48.240.009	11.089.657
2	1994/1995	1994	Okt	Ringan	Kuat +	359.585	123.560	46.641.524	10.722.189
		1995	Maret			17.124	3.660	49.744.140	11.435.434
3	1997/1998	1997	Mei	Kuat	Kuat +	268.826	51.025	49.377.054	11.146.062
		1998	Mei			55.150	9.753	49.236.692	11.723.022
4	2002/2003	2002	Juni	Sedang	Kuat +	258.961	33.490	51.489.694	11.518.947
		2003	Februari			567.367	116.995	52.137.604	11.484.054
5	2004/2005	2004	Juni	Ringan	Normal	132.472	13.924	54.088.468	11.913.759
		2005	April			257.417	21.789	54.151.097	11.849.255
6	2006/2007	2006	September	Ringan	Kuat +	284.530	59.341	54.454.937	11.786.783
		2007	Januari			417.975	54.484	57.157.435	12.135.337
7	2009/2010	2009	Juni	Sedang	Kuat +	230.432	18.906	64.398.890	13.142.631
		2010	April			97.070	21.025	66.469.394	13.240.915
8	2014/2015	2014	November	Kuat	Normal	216.700	34.966	70.844.707	13.756.254
		2015	September			524.131	147.270		

Keterangan: luas sawah terkena sudah termasuk didalamnya Puso. (Sumber: Susanti *et al.*, 2015)

Bagaimana meraih manfaat dari fenomena kejadian iklim ekstrim ini? Dari Tabel 1 di atas dapat dipelajari periodesitas kejadian El Nino dan La Nina berkisar antara 2-3 tahun sekali. El Nino ditandai dengan kemarau panjang, sedangkan La Nina ditandai dengan banjir bandang. Dari sering dan panjangnya kejadian El Nino, hingga saat ini masih banyak tindakan dan kebijakan yang dilakukan secara pragmatis dalam mengantisipasi dan menanggulangnya. Apabila dipelajari dengan seksama dari setiap kejadian El Nino, maka seharusnya pada sektor pertanian sejak sekarang mulai menyiapkan: (1) sistem penyimpanan benih varietas-varietas tahan kekeringan untuk memenuhi sekitar 6-7 juta ha lahan sawah, (2) sistem pemanenan hujan dan menyimpannya dalam embung, long storage, kanal-kanal, sumur resapan, dam parit guna mengkonservasi dan menahan air selama mungkin di dalam tanah, (3) sumur-sumur air tanah dangkal yang terawat baik dan sewaktu-waktu dapat dieksploitasi menggunakan pompa radiasi surya portable, (4) melakukan sedini mungkin rehabilitasi dan reboisasi daerah hulu dan menghidupkan kembali situ-situ, (5) memperkuat stoke cadangan beras nasional melalui perum Bulog, (6) mengembangkan paket budidaya hemat air yang terdiri dari varietas toleran kekeringan, teknologi irigasi hemat air, mulsa, dan pengairan intermiten, (6) mengembangkan kembali sistem penyimpanan beras skala rumah tangga, dan (7) menjaga ketersediaan beras nasional dengan memperhitungkan impor secara hati-hati. Seperti yang sudah dijelaskan di atas, bahwa secara nasional pada musim ketiga, petani menanam palawija. Di mana pada musim ketiga di bulan Mei/Juni-Agustus/September bersamaan waktunya dengan rambatan kekuatan *magnitude* El Nino yang kian menguat.



Dengan demikian diharapkan pada kejadian El Nino yang akan datang, dampak kekeringannya sudah dapat dikurangi secara signifikan.

Perubahan iklim, selain ditandai dengan kejadian iklim ekstrim, juga ditandai dengan adanya kenaikan muka air laut, kenaikan suhu udara dan perubahan pola curah hujan. Hasil penelitian Foerster *et al.* (2011) menunjukkan bahwa kenaikan muka air laut 1-2 m menyebabkan kehilangan luas panen total wilayah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Lampung, Banten dan Sulawesi Selatan sekitar 74.000 - 165.000 ha atau setara dengan kehilangan produksi sekitar 238.650 - 532.125 ton beras. Angka tersebut setara dengan negara kehilangan kemampuan menyediakan beras dalam setahun untuk 1.767.778 sd 3.941.667 jiwa. Kenaikan muka air laut tersebut akan berlangsung lama, seperti yang ditunjukkan oleh data-data sebagai berikut, kenaikan muka air laut akibat subsidensi di Jakarta sekitar 24,0 cm/tahun (National Geographic Indonesia, 2015), sedangkan di Semarang sekitar 7-8 cm/tahun (Tempo online, 2013).

Hasil analisis simulasi dan spasial menggunakan perangkat *Geographic Information System* (GIS), yang dilakukan oleh Isfandiari *et al.* (2012) menunjukkan luas sawah tergenang yang signifikan akibat perbedaan kenaikan muka air laut. Simulasi dilakukan hingga tahun 2030. Kenaikan Muka Air Laut (MAL) setinggi 0,8 m yang terjadi pada kondisi pasang normal maka diperkirakan dapat menggenangi sejauh 11 km dari pesisir pantai, dengan luas lahan sawah tergenang mencapai 11.032 ha atau 8% dari luas lahan sawah di Kabupaten Indramayu. Kenaikan MAL 1,8 m yang terjadi pada kondisi pasang tertinggi maka dapat menggenangi sejauh 16 km dari pesisir pantai, dengan luas sawah tergenang mencapai 28.098 ha. Kenaikan MAL 2,4 m yang terjadi kondisi ekstrem diikuti La Nina dan Badai Siklon Tropis dapat menggenangi sejauh 17,5 km dari pesisir pantai, dengan luas sawah tergenang mencapai 34.747 ha. Untuk menghadapi penurunan luas lahan subur, tercemarnya air tawar oleh intrusi air laut maka pengelolaan tanah, air, dan tanaman terpadu melalui penerapan sistem pertanian ekoregion berdasarkan ekosistem yang ada.

Penurunan hasil akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) menurut laporan Direktorat Perlindungan Tanaman, Ditjen Tanaman Pangan setiap tahun tidak lebih dari 1% atau tidak lebih dari 400.000 ton setara beras setiap tahun. Penurunan hasil akibat serangan OPT terbesar biasanya terjadi pada musim hujan. Kehilangan hasil akibat serangan OPT ini terkadang luput dari perhatian ketika tingkat serangannya ringan atau sedang, padahal pada tingkat serangan seperti itu, tetap akan menyebabkan penurunan hasil dan berkontribusi terhadap angka 1% tersebut.

Dari uraian di atas terlihat bahwa, meskipun peranan iklim tidak dapat dikuantifikasi terhadap produksi biomass suatu tanaman, seperti halnya kontribusi air dan varietas terhadap produksi, sumber daya iklim memegang peranan penting terhadap keberhasilan suatu produksi. Ketiadaan radiasi surya tidak pernah dianggap sebagai bencana. Pergantian siang dan malam hanya dianggap proses biasa karena berlangsung hanya sekitar 12 jam di daerah tropis. Ketiadaannya semakin panjang pada daerah-daerah lintang tinggi. Ketiadaan hujan yang diikuti dengan ketiadaan air dan kekeringan panjang barulah kita menganggapnya sebagai bencana. Demikian pula dengan keberlimpahan hujan yang melebihi daya tampung suatu DAS dan berakibat banjir disebut bencana. Parameter iklim lain yang juga turut mempengaruhi keagamaan flora adalah suhu. Gradasi suhu mulai dari di bawah nol derajat di wilayah Kutub, hingga mencapai lebih dari 35°C di wilayah tropis. Gradien suhu udara akan mempengaruhi tekanan, kecepatan angin dan pergerakan masa uap air, yang kemudian dapat mempengaruhi kelembaban suatu wilayah. Penjelasan ini menunjukkan, keragaman iklim antar wilayah secara langsung akan mempengaruhi keragaman floranya, dan juga secara langsung akan mempengaruhi keragaman fauna yang tinggal di dalamnya. Maka dapatlah disimpulkan bahwa iklim merupakan fungsi utama yang membatasi suatu ekosistem atau disebut juga membatasi suatu ekoregion.



Namun demikian, hingga saat ini iklim masih dianggap bukan sebagai sumber daya. Iklim dianggap sesuatu yang sudah ada (*given*) dari maha pencipta. Sesuatu yang tidak dapat dikendalikan oleh siapapun. Akan tetapi melalui pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kita dapat menyusun pola-pola adaptasi terhadap iklim, perubahan dan dinamikanya. Kita juga dapat menyusun teknologi inovasi untuk mitigasi dampak perubahan iklim. Sudah banyak inovasi adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim yang dihasilkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian maupun oleh lembaga riset lainnya, seperti varietas toleran kekeringan, rendaman dan suhu tinggi, teknologi efisiensi pemanfaatan air, teknologi jajar legowo, teknologi pengelolaan hama terpadu. Dengan demikian pembangunan pertanian berbasis ekoregion berdasarkan perspektif keragaman iklim sangat mungkin dilakukan, bahkan sudah waktunya bahwa pola-pola adaptasi, mitigasi dan pengembangan suatu teknologi inovasi perlu disesuaikan dengan karakteristik iklim suatu wilayah. Iklim menjadi jalan politik pertanian dalam mengelola suatu kawasan ekoregion.

### **EKSISTENSI INDONESIA DALAM PEMBANGUNAN PERTANIAN EKO REGIONAL**

Tuntutan dan tantangan pembangunan pertanian di Indonesia mengacu pada empat kunci sukses pembangunan pertanian. Empat target sukses pembangunan terdiri dari: (1) pencapaian swasembada dan swasembada berkelanjutan, (2) diversifikasi pangan dan peningkatan gizi, (3) peningkatan nilai tambah dan ekspor, serta (4) peningkatan kesejahteraan petani.

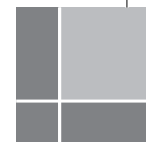
Saran utama pembangunan pertanian pangan adalah peningkatan produksi beras Nasional menuju swa sembada beras, dan jagung, diharapkan dapat berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Sasaran utama pembangunan pertanian dapat tercapai dengan memegang prinsip bahwa ketahanan pangan merupakan pilar utama stabilitas nasional serta beras merupakan komponen utama ketahanan pangan. Sasaran ini merupakan target yang sangat berat dan kompleks karena terdapat beberapa tantangan dan ancaman yang akan dihadapi untuk dapat mencapai empat kunci sukses pembangunan pertanian.

Tantangan dan ancaman tersebut berupa degradasi sumber daya lahan dan air, variabilitas iklim, tanah, dan air di berbagai tempat di Indonesia, penciptaan dan fragmentasi sumber daya lahan, moratorium pembukaan hutan dan lahan gambut yang mempengaruhi ketersediaan dan keragaan sumber daya potensial serta adanya perubahan iklim.

Menyikapi segala tantangan dan ancaman tersebut, maka perlu dikembangkan suatu konsep pertanian yang memperhatikan sumber daya spesifik yang ada di setiap wilayah yaitu dengan Ekoregion. Hal ini diperkuat dengan UU Nomor 32/2009 tentang PPLH yang memandatkan bahwa dalam penyelenggaraan pembangunan dan untuk menyusun rencana perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup harus dimulai dari hulu dan berbasis ekoregion yang mempertimbangkan karakteristik wilayah (Suara Pembaruan, 7 April 2015). Pasal 5,6,7 Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) No.32 Tahun 2009 menegaskan tentang perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup melalui tiga tahap. Salah satu di antaranya adalah inventarisasi lingkungan hidup dan penyusunan rencana perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta penetapan wilayah ekoregion.

Ekoregion adalah geografis ekosistem, artinya pola susunan berbagai ekosistem dan proses di antara ekosistem tersebut yang terikat dalam suatu satuan geografis. Penetapan ekoregion menghasilkan batas (*boundary*) sebagai satuan unit analisis dengan mempertimbangkan ekosistem pada sistem yang lebih besar. Penetapan ekoregion tersebut menjadi dasar dan memiliki peran yang sangat penting dalam melihat keterkaitan, interaksi, interdependensi dan dinamika pemanfaatan berbagai sumber daya alam antar ekosistem di wilayah ekoregion (Kementerian Lingkungan Hidup 2015). Menurut Pasandaran 2015,





Ekoregion dapat pula diartikan sebagai wilayah berbasis potensi ekologi yang didasarkan pada kombinasi parameter biofisik seperti iklim dan topografi.

Pasal 1 butir 29 UU No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) menyatakan bahwa ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora dan fauna asli serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritasi sistem alam dan lingkungan hidup. Artinya bahwa pengelolaan alam tidak dibatasi oleh batas administrasi dan politik. Pengelolaan alam atau kawasan didasarkan pada prioritas ekosistem dan habitat alami setempat. Secara tegas pada Pasal 6 ayat 1 UU no 32 tahun 2009 menyebutkan bahwa pengelolaan wilayah ekoregion dilaksanakan dengan mempertimbangkan kesamaan karakteristik bentang alam, Daerah Aliran Sungai, Iklim, Flora dan Fauna, Sosial budaya, ekonomi, kelembagaan, dan lingkungan hidup.

### **Status Saat Ini**

Badan Informasi Geospasial (BIG) bekerjasama dengan Kementerian Lingkungan Hidup telah menghasilkan peta ekoregion mulai skala 1:500.000, 1:250.000 hingga 1:50.000. Diharapkan, ke depan BIG dapat menghasilkan peta ekoregion dengan skala lebih rinci, yaitu 1:5.000 (Sains Indonesia 2015). Peta dan deskripsi ekoregion pulau/kepulauan dan laut yang telah disusun merupakan satu kesatuan ekoregion dengan skala 1: 500.000 yang mencakup Pulau Sumatera, Pulau Jawa, Pulau Kalimantan, Pulau Sulawesi, Pulau Papua, Kepulauan Bali Nusa Tenggara dan Kepulauan Maluku serta dikelilingi oleh 18 Ekoregion Laut.

Peta Ekoregion dilengkapi dengan deskripsi yang berisi karakteristik geologi, flora dan fauna, kerentanan bencana, jasa ekosistem, potensi pencemaran, iklim, potensi sumber daya alam, tanah dan penggunaan lahan serta sosial budaya. Pada tahun 2013, KLH bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial dan Pemerintah Daerah pada tahap penyusunan peta ekoregion skala 1:250.000 untuk tujuan penyusunan RPPLH Provinsi yang baru terbatas untuk Jawa Timur, DKI Jakarta, Kalimantan Barat, dan Sulawesi Utara. Penetapan ekoregion juga merupakan salah satu upaya untuk mendukung kebijakan nasional "Menuju Satu Peta (One Map Policy)", khususnya dalam penyediaan "Informasi Geospasial Tematik (IGT)".

Berdasarkan analisis dan kesepakatan para ahli terhadap 8 faktor yang terdapat pada pasal 6 ayat (1) UU No 32/2009, proses penetapan ekoregion darat menggunakan parameter deliniator bentang alam, yaitu morfologi (bentuk muka bumi) dan morfogenesis (asal usul pembentukan bumi). Metode penetapan ini dapat diekspresikan pada satuan unit tanah atau satuan unit lahan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian secara operasional telah menyusun data-data spasial untuk jenis tanah, dan juga konsep pertanian ramah lingkungan, kesesuaian bagi tanaman tertentu dalam bentuk peta-peta Agroekologi Zone (AEZ). Beberapa contohnya seperti peta kesesuaian untuk padi, jagung, dan kedelai skali 1:1.000.000 seluruh Indonesia, peta kesesuaian tanaman tebu, coklat, jarak pagar dsb. Akan tetapi peta-peta AEZ tersebut masih didominasi oleh keragaman tanah, belum banyak memperhitungkan keragaman, variabilitas dan dinamika iklim. Pada sektor kelautan, parameter yang sifatnya dinamis, seperti kecepatan arus laut, fluktuasi tinggi gelombang dll, digunakan sebagai atribut untuk mendeskripsikan karakter ekoregion tersebut (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015). Menurut Pasandaran (2015) kelas kesesuaian lahan dapat digunakan untuk perencanaan pengembangan komoditas pertanian termasuk faktor-faktor pembatas yang berpengaruh terhadap produksi pertanian maupun kelestarian lahan. Hingga saat ini Indonesia terdiri dari 7 ekoregion daratan dan 18 ekoregion laut. Sebagai contoh ekoregion Kalimantan diidentifikasi wilayah yang dapat mendukung tanaman padi dengan karakter dataran fluvial. Ekoregion Papua dengan mengembangkan tanaman sagu, sedangkan ekoregion Nusa Tenggara Timur dengan mengembangkan tanaman sorgum. Kesemua produk



di atas belum memperhitungkan secara sungguh-sungguh variabilitas, keragaman dan dinamika iklim. Iklim harus dikalkulasi sebagai sumber daya yang sangat dinamis dan mempengaruhi produksi pertanian. Iklim dengan segala variasi, keragaman dan dinamikanya harus menjadi parameter utama dalam penyusunan dan pengelolaan suatu kawasan ekoregion.

### **Peluang yang Harus Diraih**

Implementasi ekoregion dihadapkan berbagai tantangan, termasuk implementasi Otonomi Daerah (Otonomi Daerah). Salah satunya dalam penerapan otonomi daerah, justru menjadi potensi kontra produktif bagi ekoregion, karena masing-masing daerah berlomba mengeksploitasi sumber daya alam untuk mengejar pendapatan daerah, berdasarkan batas wilayah administratif (Retnowati 2014).

Pengelolaan ekoregion ditentukan oleh 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. Selain itu, ada aturan dan ketegasan, bahwa 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.

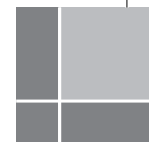
UU Nomor 32/2009 memberi peluang besar untuk mengelola lingkungan hidup dan sumber daya alam secara lebih efektif. Hal ini akan memperkuat pula perencanaan pembangunan nasional dan wilayah, terlebih secara mandat dalam UU Nomor 32/2009 dinyatakan bahwa perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup (RPPLH) dijadikan dasar dan dimuat dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM).

Dalam perjalanan penelitian pertanian selama tiga dasawarsa terakhir telah mengalami perkembangan dan pergeseran. Hasil kajian Pasandaran *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pendekatan yang berwawasan pengetahuan dan ekoregion diharapkan memberikan kontekstualisasi pada pendekatan spesifik komoditas dalam suatu wilayah. Pendekatan ekoregion diharapkan dapat memperkuat keterkaitan antar komoditas untuk mewujudkan sinergi misalnya antara ternak, tanaman pangan, hutan, akuakultur dan usahatani konvensional.

Berbagai peta yang sudah dihasilkan harus dapat dimanfaatkan secara optimal untuk menghasilkan informasi dan dapat diaplikasikan di wilayah masing-masing dengan melibatkan petani sebagai pelaku utama tanpa meninggalkan kearifan lokal yang sudah lama terbentuk dan dipraktekkan oleh masyarakat.

### **Target Kontribusi Dalam Pembangunan Pertanian Ekoregion**

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup, secara prinsip, pendekatan ekoregion juga bertujuan untuk memperkuat dan memastikan terjadinya koordinasi horisontal antar wilayah administrasi yang saling bergantung (hulu-hilir) dalam pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup yang mengandung persoalan pemanfaatan, pencadangan sumber daya alam maupun permasalahan lingkungan hidup. Selain itu, pendekatan ekoregion mempunyai tujuan agar secara fungsional dapat menghasilkan Perencanaan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pemantauan dan evaluasinya secara bersama antar sektor dan antar daerah yang saling bergantung, meskipun secara kegiatan operasional pembangunan tetap dijalankan sendiri-sendiri oleh sektor/dinas dan wilayah administrasi



sesuai kewenangannya masing-masing. Dasar pendekatan ini juga akan mewujudkan penguatan kapasitas dan kapabilitas lembaga (sektor/dinas) yang disesuaikan dengan karakteristik dan daya dukung sumber daya alam yang sedang dan akan dimanfaatkan.

Pemanfaatan peta ekoregion perlu terus didorong sehingga dapat memberikan informasi yang optimal. Ketika ada suatu komoditas baru yang akan di tanam, maka tersedia informasi dimana harus ditanam dan seberapa luas area yang tersedia.

Peta ekoregion memberikan informasi wilayah-wilayah yang strategis untuk pengembangan kawasan pertanian. Cocoknya di wilayah tersebut ditanam apa, sehingga peta ekoregion dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan ketahanan pangan dengan tetap memperhatikan kearifan lokal yang ada. Masyarakat khususnya petani dilibatkan langsung dan tidak menutup kemungkinan untuk melibatkan pihak swasta. Dengan demikian informasi karakteristik ekoregion dapat digunakan dalam menyusun pengembangan lahan untuk tanaman pangan sehingga produksi pangan optimal dan target kedaulatan pangan tercapai.

Hal lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah keterlibatan partisipatif masyarakat mulai dari proses sampai pengelolaan dan distribusi manfaat riil dan adil. Tanpa pemberdayaan seperti itu, implementasi ekoregion justru akan dihadang apatisme bahkan perlawanan masyarakat (Bachriadi, 2012). Menurut Pasandaran (2005) keberhasilan pendekatan ekoregion ditentukan oleh integrasi berbagai pengetahuan karena beragamnya masalah dan kepentingan yang dihadapi.

#### **MODEL PEMBANGUNAN PERTANIAN EKOREGION BERBASIS KERAGAMAN SUMBER DAYA IKLIM : PERSPEKTIF PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN**

Gerakan Revolusi Hijau yang dijalankan di Indonesia sejak tahun 1970-an telah meningkatkan produksi padi sehingga pemenuhan pangan (karbohidrat) tercapai dan mampu merubah Indonesia dari pengimpor beras menjadi negara yang berswasembada. Namun ternyata tidak mampu menghantarkan Indonesia menjadi sebuah negara yang berswasembada pangan secara tetap. Upaya peningkatan produksi pangan khususnya beras melalui upaya revolusi hijau menerapkan teknologi non-tradisional seperti penyediaan air melalui sistem irigasi, pemakaian pupuk kimia, penerapan pestisida sesuai dengan tingkat serangan organisme pengganggu, dan penggunaan varietas unggul sebagai bahan tanam berkualitas. Namun dalam rentang waktu yang panjang mulai dirasakan dampak negatifnya seperti penurunan sumber protein dan keanekaragaman hayati karena pengembangan sereal sebagai sumber karbohidrat, kemampuan daya produksi tanah makin turun karena pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan pupuk buatan secara berlebihan, dan munculnya strain hama baru yang resisten karena penggunaan pestisida, dan pencemaran tanah.

Seiringan dengan penambahan penduduk, menurunnya kualitas dan luas lahan pertanian, penerapan revolusi hijau sudah tidak sesuai lagi karena sumber lahan utamanya berupa lahan sawah irigasi terus menyusut. Diperlukan pertanian yang sustainable dan ramah lingkungan untuk mewujudkan ketahanan pangan. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mencapai ketahanan pangan pada saat ini adalah dengan menerapkan pendekatan ekoregion dalam pengembangan wilayah-wilayah yang strategis untuk pengembangan kawasan pertanian dengan memperhatikan kearifan lokal yang ada.





## Kearifan Lokal

Dalam beradaptasi dengan lingkungan, masyarakat memperoleh dan mengembangkan suatu kearifan yang berwujud pengetahuan atau ide, norma adat, nilai budaya, aktivitas, dan peralatan sebagai hasil abstraksi mengelola lingkungan. Seringkali pengetahuan mereka tentang lingkungan setempat dijadikan pedoman yang akurat dalam mengembangkan kehidupan di lingkungan pemukimannya. Keanekaragaman pola-pola adaptasi terhadap lingkungan yang ada dalam masyarakat petani Indonesia yang diwariskan secara turun-temurun dan menjadi pedoman dalam praktik budidaya pertanian dengan memanfaatkan sumber daya alam .

Pengembangan pertanian berbasis ekoregion sebenarnya sudah terintegrasi dan tidak bisa lepas dari kearifan lokal masyarakat dalam mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hampir seluruh daerah di Indonesia mempunyai kearifan lokal dalam bertani. Sebagai contoh, masyarakat Badui menetapkan wilayah yang boleh digunakan untuk bertani tanpa mengganggu wilayah hutan dan terpisah dari daerah pemukim. Prinsip petani yang diterapkan adalah tanpa tidak melakukan perubahan besar-besaran terhadap alam. Terkait dengan prediksi waktu tanam, di masyarakat Jawa terkenal sistim pranotomongso yang memuat berbagai aspek fenologi dan gejala alam lainnya yang dimanfaatkan sebagai pedoman dalam kegiatan usaha tani maupun persiapan diri menghadapi bencana. Begitu juga dengan sistim Subak di Bali, Parlontara di Sulawesi Selatan, di masyarakat melayu Riau dikenal Batobo yang merupakan sistem arisan pertanian yang menjaga efisiensi waktu, biaya, dan hubungan silaturahmi di masyarakat petani. Di daerah lahan rawa dikenal padi sistem banjar yaitu sistem penyiapan lahan tajak-puntal-balik-hambur.

Kearifan budaya lokal di atas sekarang sebagian masih bertahan, tetapi sebagian juga sudah mulai pudar atau hilang karena tuntutan perkembangan sosial budaya masyarakat dengan muncul berbagai pilihan. Sejatinya pilihan tidak dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan sementara atau jangka pendek, tetapi mengakibatkan kemerosotan jangka panjang dalam aspek lingkungan. Pada hakekatnya kearifan budaya lokal dapat bertahan dengan upaya adaptasi dengan mengikuti kondisi atau tuntutan yang berkembang.

## Implementasi Model Pembangunan Pertanian Ekoregion berbasis Keragaman SDI

Dalam pengembangan potensi wilayah untuk sektor pertanian, keragaman iklim dan lahan sangat menentukan jenis komoditas yang dapat diusahakan serta tingkat produktivitasnya. Pengembangan komoditas pertanian pada wilayah yang sesuai dengan persyaratan pedoman agroklimat tanaman, yang mencakup iklim, tanah, dan topografi, akan memberikan hasil yang optimal dengan kualitas prima. Oleh karena itu, perbedaan karakteristik wilayah yang mencakup iklim, tanah dan sifat fisik lingkungan lainnya seharusnya digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam menyusun tata ruang pertanian berbasis pendekatan ekoregion.

Pembangunan sektor pertanian sangat bergantung kepada kondisi alam dan kondisi lingkungan. Dewasa ini telah semakin terasa dampak perubahan iklim dan pemanasan global yang mempengaruhi pembangunan sektor pertanian, contohnya: menurunnya produksi pangan, meningkatnya hama dan penyakit yang bersifat endemik, meningkatnya resurgensi dan mutasi hama dan penyakit, kurangnya ketersediaan air bagi tanaman, kualitas tanah yang memburuk, banjir dan kekeringan yang merugikan masyarakat petani.

Dalam pendekatan ekoregion, penerapan sistim pertanian berbasis iklim sangat penting karena iklim sangat dinamis, seperti yang sudah diuraikan pada bagian I dan II di atas. Namun demikian iklim harus dipandang sebagai suatu sumber daya harus dimanfaatkan secara optimal. Namun disisi lain pada kondisi yang menguntungkan, sumber daya iklim



merupakan sumber daya alam yang terbarukan seperti sinar matahari, air, dan angin, sehingga tidak perlu khawatir suatu saat akan habis. Namun di sisi lain, pada waktu-waktu tertentu kondisi iklim mengalami anomali yang menyebabkan terjadi kondisi ekstrim yang mempunyai daya rusak terhadap sektor pertanian. Oleh karena itu upaya penyesuaian teknologi budidaya pertanian merupakan suatu keharusan pada iklim kondisi yang ekstrim.

Tantangannya pertanian ekoregion masa depan adalah merancang pertanian yang dapat menyesuaikan dan merespon perubahan iklim, serta mengurangi emisi gas rumah kaca. Pertanian ekoregion berbasis sumber daya iklim perlu melihat dan mengembangkan kembali kearifan lokal yang ramah lingkungan terbukti lebih tahan terhadap daerah iklim. Praktik-praktik yang meningkatkan keragaman hayati pertanian memungkinkan untuk meniru proses-proses ekologi alami, sehingga memungkinkan mereka menanggapi perubahan dan mengurangi risiko dengan lebih baik.

Pertanian Ekoregion juga harus tahan terhadap anomali iklim. Respon suatu wilayah terhadap dampak iklim berbeda, sehingga besaran dampak yang oleh anomali iklim pada suatu daerah juga berbeda. Lebih jauh, dampak anomali iklim pada setiap daerah berbeda intensitas dan magnitudenya, yang disebabkan oleh perbedaan karakteristik iklim, tanah, dan bio-fisik wilayahnya. Perbedaan-perbedaan sifat dampak dan karakteristik wilayah tersebut sangat teknologi budidaya yang menentukan teknologi budidaya.

## **PENUTUP DAN TANTANGAN KEDEPAN**

Perubahan iklim, selain menyebabkan penurunan ketersediaan air secara drastis, tidak jarang juga menyebabkan banjir dengan lama genangan yang cukup panjang pada sentra produksi pertanian. Fakta menunjukkan, fenomena perubahan iklim dalam sepuluh tahun terakhir menyebabkan areal terkena kekeringan dan banjir makin luas. Pada tahun 1997/1998 dan 1998/1999, kita mengalami kekeringan yang panjang, hingga menghilangkan satu musim tanam. Sedangkan tahun 2010 dan 2013 yang baru lalu, kita mengalami kebasahan yang panjang, hingga pada kedua tahun itu dapat disebut dengan tahun tanpa kemarau. Peluang kebasahannya cepat berlalu dan tidak dapat dimanfaatkan, karena keyakinan kita tidak memadai dan kuat terhadap informasi klimatologis yang disampaikan satu dua bulan sebelumnya (Sarwani dan Syahbuddin, 2013). Sekalipun informasinya sudah disampaikan dalam bentuk yang lebih operasional dan tinggal pakai saja.

Dinamika iklim antar musim yang berlangsung tiba-tiba, antara kekeringan dan banjir menimbulkan turunan proses dinamika perkembangan OPT, hara, dan produktivitas tanaman. Dinamika iklim seperti tersebut di atas, mengajarkan pada kita untuk selalu siap dengan rencana aksi adaptasi satu dua bulan sebelumnya. Sehingga secara saintifik kita dapat menentukan prediksi waktu, luas tanam potensial, dan jenis varietas tahan sebagai target baru menggantikan cara penetapan waktu dan luas tanam yang seperti biasa dilakukan selama puluhan tahun. Menurut Sarwani dan Syahbuddin (2013), selama ini realitas penyediaan sarana produksi digeneralisir untuk semua lokasi tanpa memperhatikan spesifik iklim dan bencana yang mungkin ditimbulkannya pada sentra produksi pertanian atau wilayah tertentu. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa memperhitungkan iklim dengan segala variabilitas, dinamika dan perubahannya akan menjadi faktor utama yang mempengaruhi keberlanjutan produksi suatu kawasan pertanian. Harapan kita di masa yang akan datang, bahwa pembangunan pertanian berbasis ekoregion dapat berkelanjutan dalam menopang sistem agribisnis suatu wilayah.

Di masa yang akan datang pembangunan pertanian akan menjadi suatu sistem dengan proses yang semakin kompleks. Hal tersebut menuntut kemampuan dan keahlian dalam segala aspek, terutama dalam menghasilkan teknologi pengelolaan sumber daya pertanian yang lebih spesifik lokasi sesuai dengan kekhasan ekoregion masing-masing daerah, secara

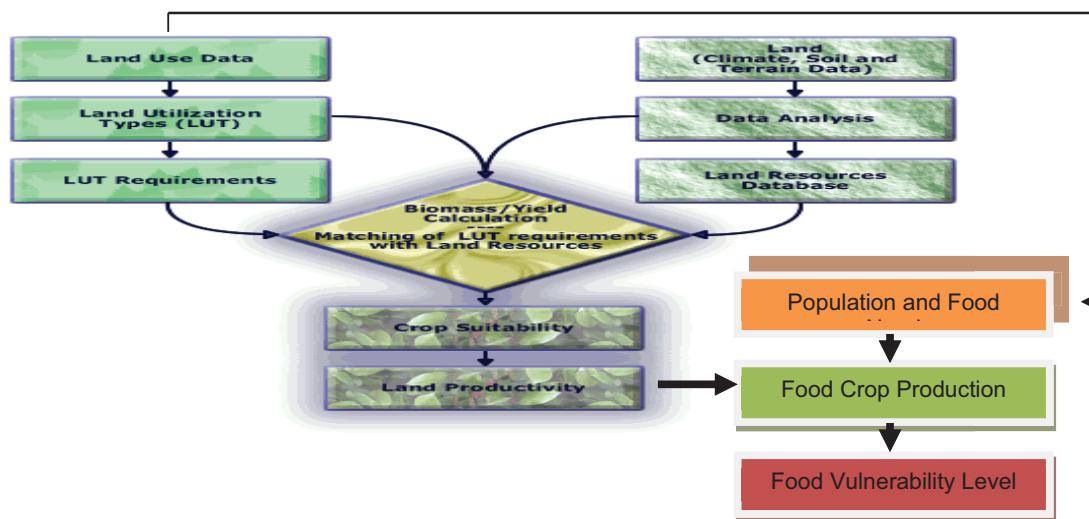


holistik dan terpadu serta beragam sesuai dengan keunggulan komoditas bernilai ekonomi tinggi dan kekayaan sumber daya hayati di masing-masing agroekosistem pada level provinsi/kabupaten/kota/ kecamatan. Dengan demikian diharapkan dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama, masing-masing provinsi/kabupaten/kota/kecamatan tidak hanya menjadi sentra produksi beras dan tanaman pangan lainnya, tetapi juga akan menjadi *center of excellence* bagi pengembangan komoditas unggul bernilai ekonomi tinggi dan khas. Oleh karena itu, karena cita-cita luhur tersebut sudah dihadapkan pada perubahan global, maka pengembangan pertanian berbasis ekoregion tidak saja menjadi tanggungjawab pemerintah semata, melainkan juga menjadi tanggungjawab pihak swasta dan para pemangku kepentingan lainnya.

Selama ini potret aktivitas ekonomi dari sektor pertanian yang digerakkan oleh swasta hanya fokus pada lahan garapan yang dikuasainya. Hampir tidak ada swasta yang mau berkontribusi pada konservasi sumber daya alam di luar areal usahanya dan digunakan sebesar-besarnya bagi kepentingan pembangunan pertanian disekitarnya. Kontribusi *Corporate Social Responsibility* (CSR) adalah bentuk kepedulian suatu perusahaan pada lingkungan sekitarnya belum banyak terlihat. Kasus-kasus kebakaran lahan, pencemaran lingkungan, eksploitasi sumber daya air yang eksklusif menunjukkan hal tersebut. Perkembangan CSR setelah lebih dari 50 tahun telah berubah, yang semula bersifat individu, maka saat ini CSR telah dijadikan strategi perusahaan untuk menaikkan citra, kinerja dan keuangan perusahaan sekaligus meningkatkan jalinan hubungan baik perusahaan dan masyarakat (Suharto, 2009). Melalui konsep CSR ini sejak lama diharapkan peran perusahaan akan makin besar dalam kaitannya dengan perbaikan ekonomi dan lingkungan suatu kawasan. Refokusing kegiatan CSR pada kawasan ekoregion sektor pertanian perlu terus didorong, terutama dalam kaitannya dengan kondisi iklim. Untuk mendukung hal tersebut sebagai contoh pemerintah bias mengeluarkan data spasial dan regulasi yang mengatur kawasan-kawasan yang tidak boleh melakukan pembakaran dalam membuka lahan.

Wakil Presiden R.I. pada kesempatan hadir pada Hari Pangan Sedunia ke 35 di Palembang menyampaikan diperlukannya teknologi untuk meningkatkan produktivitas seiring dengan makin sempitnya lahan dan pertumbuhan pendudukan yang cepat. Harapan di atas di masa kini dan yang akan datang memiliki peluang keberhasilan yang tinggi dengan adanya Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dalam melakukan penelitian, menciptakan, dan melaksanakan diversifikasi teknologi spesifik ekoregion serta dalam melakukan pendampingan penerapannya bersama-sama dengan penyuluh dan petani. Menurut Kasryno (2007) penguatan peran lembaga penelitian untuk melaksanakan teknologi inovasi bersama petani akan mampu meningkatkan basis dan revitalisasi proses keanekaragaman spesifik agroekosistem. Sehingga diharapkan pada gilirannya nanti, Balitbangtan dapat menjadi sumber informasi dan penggerak utama (*prime mover*) pembangunan pertanian nasional

Terobosan baru berkaitan dengan AEZ, dalam penyusunannya dapat dikaitkan dengan karakterisasi wilayah-wilayah kerentanan terhadap banjir dan kekeringan akibat perubahan iklim (Syahbuddin, 2014). Melalui program ini akan diketahui tingkat kerentanan suatu agroekosistem berdasarkan sistem tata kelola air dan produksi, serta langkah operasional penanggulangannya, Gambar 3. Untuk skala kajian makro digunakan alat analisis spasial dan analisis sistem pengelolaan air dan produksi dengan bantuan GIS, Remote Sensing, dan model simulasi dinamik. Skala kerentanan bencana akan menentukan rekomendasi langkah operasional yang diperlukan. Pengembangan pendekatan ini harus didukung oleh suatu sistem database yang tangguh, terawat dengan baik, terupdate dan mendapat pengayaan data secara terukur dan rutin. Di mana pada tahap selanjutnya membangun sistem informasi dan jaringan Data Base antar UK/UPT Kementerian Pertanian. Terobosan baru ini sangat bermanfaat untuk mendapatkan informasi umpan balik dari pengguna teknologi yang dikembangkan Balitbangtan.



Gambar 3. AEZ untuk kajian kerentanan bencana terhadap perubahan iklim

Menurut Sekretaris General NATO, Scheffer (2008) menyatakan bahwa "Climate change could confront us with a whole of unpleasant developments, developments which no single nation state has the power to contain". Dalam renstra NATO (2008) ancaman strategis tahun 2025 yang utama adalah Perubahan Iklim, diikuti dengan negara gagal (state failure), terorisme, dan globalisasi (komoditas, permodalan, dan populasi). Apakah kita sebagai negara agraris dan terbesar di daerah tropis yang dikelilingi oleh 75% lautan telah bersiap diri terhadap perubahan iklim ini?. Atau sudahkan kita memperhitungkan dengan baik dampaknya pada sektor pertanian?. Apakah kita sudah menyiapkan *capacity building* yang pada saatnya nanti paham dengan baik adaptasi dan mitigasi perubahan iklim?.

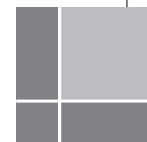
Pada kesempatan menghadiri ekspo testimoni sekolah lapang Iklim, terungkap bahwa keberhasilan SLI bias dipadukan dengan SLPTT atau SLPHT. Seperti gayung bersambut Badan SDM Pertanian pada tahun 2016 sudah menyiapkan pedidikan/pelatihan dan penyuluhan tematik, dengan salah satunya yg utama adalah tentang agroklimat. Sudah barang tentu kebijakan ini juga harus diikuti oleh sub sektor lainnya, dimana pembangunan pertanian berbasis keragaman iklim dalam satu kawasan ekoregion harus sudah dapat diimplementasikan pada tahun 2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian E, Susanto D. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int J Climatol* 23:1435–1452
- Aldrian, E., and Y.S. Djamil. 2008. Spatio-temporal Climatic Change of Rainfall in East Java Indonesia. *Int.J.Climatol.* 28: 435-448
- Aldrian, E., Dumenil, G.L., dan Widodo, F.H. 2007. Seasonal variability of Indonesian rainfall in ECHAM4 simulations and in the reanalyses: the role of ENSO. *Theoretical and Applied Climatology*, **87**:41–59.
- Ari Supriyanti. 2015. Aspek Wilayah Melalui Ekoregion Tetapkan Kawasan Strategis Pangan. Suara Pembaruan.
- Bachriadi, Dianto. 2012. Dari Lokal ke Nasional Kembali ke Lokal: Perjuangan Hak Atas Tanah di Indonesia. ARC Books. Jakarta. 341 hal.

- BMKG. 2015. Analisis Dinamika Atmosfer dan Laut. Bidang Informasi Iklim. National Climat Outlook Forum, Dasarian I Februari 2015. Jakarta.
- Boer, R., Faqih, A. dan Ariani, R. 2014. Relationship between Pacific and Indian Ocean Sea Surface Temperature Variability and Rice Production, Harvesting Area and Yield in Indonesia. Paper presented in EEPSEA conference on the Economics of Climate Change. 27-28 February, Siem Reap, Cambodia.
- Compo, G. P., G. N. Kiladis, and P. J. Webster, 1999: The horizontal and vertical structure of east Asian winter monsoon pressure surges. *Quarterly Journal of Royal Meteorology Society* 125: 29–54.
- D'Arrigo R, Abram N, Ummenhofer C, Palmer J, Mudelsee M (2009) Reconstructed streamflow for Citarum River, Java, Indonesia: linkages to tropical climate dynamics. *Clim Dyn*.
- Foerster, H., T. Sterzel, C.A. Pape, M. Moneo-Laín, I. Niemeyer, R. Boer, and J.P. Kropp. 2011. Sea-level rise in Indonesia: On adaptation priorities in the agricultural sector. Accepted for Publication at *Regional Environmental Change*.
- Hattori, M., dan Mori, S. 2011. The Cross-Equatorial Northerly Surge over the Maritime Continent and Its Relationship to Precipitation Patterns. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 89A : 27--47, 2011.
- Isfandiari, Adila., Santoso D, dan Suroso A., 2012. Potensi Dampak Kerusakan Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu Tahun 2030. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Akreditasi A, Sekolah Arsitektur Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan, ITB, V1N2. hal: 488-496.
- Kasryno, Faisal. 2007. Membangun Kemampuan Penelitian Pertanian untuk Mewujudkan Visi Pembangunan Pertanian 2020. Buku Membangun Kemampuan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Editor Faisal Kasryno, Effendi Pasandaran, dan A.M. Fagi. ISBN: 978-979-3871-90-5. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta. Hal 19-49.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Kebijakan Ekoregion untuk Memperkuat Perencanaan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. <http://www.menlh.go.id/kebijakan-ekoregion-untuk-memperkuat-perencanaan-perlindungan-dan-pengelolaan-lingkungan-hidup/>
- Murtugudde RG, Signorini SR, Christian JR, Busalacchi A, McClain CR, Picaut J (1999) Ocean color variability of the tropical Indo-Pacific basin observed by SeaWiFS during 1997–1998. *J Geophys Res* 104:18351–18366
- Mustamarif. 2011. Ekoregion dalam Angan-angan. <https://untukbumiku.wordpress.com/2011/11/10/ekoregion-dalam-angan-angan/>
- National Geographic Indonesia. 2015. Jakarta Makin Rentan Banjir, Jangan salahkan Faktor Cuaca. <http://nationalgergraphic.co.id>
- Pasandaran, E, B. Sayaka dan Suherman. 2005. Pendekatan Eko Regional Dalam Produksi Padi. <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/ekonomi-padi-beras/BAB-III-1.pdf>. Diakses tanggal 16 Oktober 2015.





- Retnowati, D.D. 2014. Kinerja Pemerintah Daerah dalam Pelaksanaan Urusan Wajib Lingkungan Hidup: Studi Kasus Pengendalian Pencemaran Limbah Industri di Sidoarjo. Kebijakan dan Manajemen Publik Vol 1, No. 1 Januari 2014. ISSN 2303-341X. Jakarta. 11 hal.
- Sahu, N., Behera, S.K., Yamashiki, Y., Takara, K., Yamagata, T. 2012. IOD and ENSO impacts on the extreme stream-flows of Citarum river in Indonesia. *Climate dynamics* 39:1673–1680
- Sain Indonesia. 2015. Peta Ekoregion Sokong Kedaulatan Pangan. *Majalah Sain Indonesia online*. [www.sainsindonesia.co.id](http://www.sainsindonesia.co.id). 07 April 2015. Jakarta.
- Saji, N.H. dan Yamagata, T. 2003. Possible impacts of Indian Ocean Dipole mode events on global climate. *Climate Research* 25: 151–169
- Sarwani, M dan H. Syahbuddin. 2013. Memantapkan Langkah dan Strategi Pengembangan SI Katam Terpadu dalam Menyikapi Perubahan Iklim. *Buku Kalender Tanam Terpadu: Penelitian, Pengkajian, Pengembangan, dan Penerapan*. Editor: Haryono, Muhrizal Sarwani, Irsal Las, dan Effendi Pasandaran. ISBN: 978-602-128-07-2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD Press. Jakarta. Hal 429-446.
- Scheffer, J. H. 2008. NATO: The Next Decade. Speech by NATO Secretary General at the Security and Defence Agenda. [www.nato.int](http://www.nato.int).
- Soekarno, Soal Hidup atau Mati. *Almanak Pertanian 1953* hal: 11 – 20; di-EYD-kan oleh Winarso D Widodo
- Suara Pembaruan. 2015. Aspek Wilayah Melalui Ekoregion Tetapkan Kawasan Strategis Pangan. *Ads.investor.co.id*. 7 April 2015.
- Susanti, Erni., 2015. Lumbung Pangan di Musim Kemarau. *Badan Litbang Pertanian*, 30 Juni 2015. Jakarta. Tidak Dipublikasikan. *Tempo online*, 2013.
- Syahbuddin, Haris. 2014. Ivestigasi Kerentanan Pangan Akibat Perubahan Iklim Mendukung Pertanian Bioindustri Berkelanjutan Berbasis Zona Ageoekologi. Tugas I Mata Kuliah: Pengelolaan Riset Multi Disipli. *Diklat Fungsional Tingkat Lanjutan LIPI angkatan II*. Juni 2014. Bogor. 4 Hal.
- Tempo on line, 2013. Peradaban Kota Tua Semarang Lenyap 10 Tahun lagi. 11 Oktober 2013.
- Wu, P., M. Hara, H. Fudeyasu, M. D. Yamanaka, J. Matsumoto, F. Syamsudin, R. Sulistyowati, and Y. S. Djajadihardja, 2007: The impact of transequatorial monsoon flow on the formation of repeated torrential rains over Java Island. *SOLA*, 3, 93–96.
- Yamanaka, M.D. 2005. *Climatology of Indonesia Maritim Continent, Expected to be Promoted at Maritime Continent Center of Excellent (MCCOE) under Science Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)*. Concept Note DRN, 15 November 2010. SATREPS-MCCOE Promotion Office. Agency of Assesment and Application of Technology. Jakarta. 6 hal.

