

Sistem Pertanian Pangan Adaptif Perubahan Iklim

Khudori

Asosiasi Ekonomi-Politik Indonesia (AEPI)
Pokja Ahli Dewan Ketahanan Pangan Pusat, Jakarta

Naskah diterima : 28 Februari 2011

Revisi Pertama : 15 Mei 2011

Revisi Terakhir : 15 Juli 2011

ABSTRAK

Perubahan iklim berdampak besar terhadap pertanian, terutama tanaman pangan. Tanpa upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, baik akibat kenaikan suhu, perubahan pola curah hujan, dan kenaikan muka air laut, sektor pertanian pangan akan mengalami kerugian yang amat besar. Ancaman penurunan produksi tanaman pangan strategis tidak hanya akibat perubahan iklim, tetapi juga karena kondisi infrastruktur waduk dan irigasi yang kurang memadai, serta berlanjutnya konversi lahan pertanian ke non-pertanian tanpa kendali. Belum lagi menghitung gagal panen akibat iklim ekstrim, serta serangan hama dan penyakit. Upaya mengurangi risiko gagal panen bisa dilakukan, baik yang bersifat struktural maupun non-struktural. Berbagai upaya yang bisa dilakukan, antara lain, pemetaan komoditas sesuai iklim, mengembangkan aneka jenis dan varietas tahan cekaman iklim, aplikasi informasi iklim, mengembangkan teknologi pengolahan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman, dan mengembangkan sistem perlindungan usahatani dari kegagalan akibat perubahan iklim.

kata kunci : perubahan iklim, produksi tanaman pangan strategis, teknologi, pemetaan

ABSTRACT

Climate change significantly affects agriculture, especially the food crops. Without efforts to mitigate and adjust to climate change, not only to the increase in temperature and changes in rainfall patterns but also to the rise of sea levels, food agricultural sector will suffer huge losses. Threat of decrease in production of strategic food crops are not only due to climate change, but also inadequate condition of dams and irrigation infrastructure and the continued conversion of farmland to non-farm without control. It becomes worse if crop failure due to extreme climate and pests or diseases is also calculated. Efforts to reduce the risk of crop failure can be done, both in structural and non-structural ways. Various measures can be done, among others are: mapping of commodities according to climate, developing various types and climatic stress resistant varieties, applying climate information, developing soil and crop processing technology to improve crop adaptation, and developing a farm system protection from failures due to climate change.

keywords : climate change, production of strategic food crops, technology, mapping

I. PENDAHULUAN

Sejarah peradaban manusia menapaki masa transisi menentukan. Dunia yang ditandai kemerosotan lingkungan dalam berbagai dimensinya telah mengirimkan sinyal

bahaya yang mengancam keberlanjutan kehidupan. Akibat ulah manusia, bumi, laut dan udara yang jadi penopang kehidupan makhluk hidup kini semakin tidak ramah. Konsumsi energi fosil yang boros, di satu sisi,

telah menciptakan kenyamanan hidup. Tapi di sisi lain, telah membuat atmosfer bumi bagai bejana raksasa berisi gas-gas buangan yang volumenya semakin besar. Emisi gas buangan yang disebut gas rumah kaca (GRK) itu membuat temperatur di bumi naik. Diperkirakan, abad ini suhu bumi naik satu sampai tiga derajat Celsius (IPPC, 2007a). Itu berpotensi mengubah pola iklim secara ekstrem.

Tanpa perubahan pola konsumsi, cara hidup dan mereduksi emisi GRK, kehidupan akan terancam: spesies banyak punah, hama dan penyakit meruyak, produksi pertanian pangan merosot drastis. Dari banyak sektor, sektor pertanian pangan diperkirakan menerima dampak paling parah. Itu artinya petani yang miskin akan kian menderita, umumnya mereka berada di negara berkembang. Dari banyak pelaku ekonomi (IPCC, 2007a), masyarakat miskin, terutama petani, merupakan yang paling rentan terhadap perubahan iklim. Karena kemampuan beradaptasi mereka rendah, bukan hanya lantaran minimnya sumberdaya yang mereka miliki, tapi juga karena kehidupan mereka amat bergantung pada sumberdaya yang rentan terhadap perubahan iklim. Usaha mengurangi GRK sebaik apa pun tidak mampu menghindarkan kita sepenuhnya dari dampak perubahan iklim, sehingga diperlukan usaha-usaha adaptasi terhadap perubahan iklim. Tulisan ini bermaksud untuk menjawab pertanyaan sejauh mana dampak perubahan iklim terhadap pertanian Indonesia, dan apa yang harus dilakukan untuk membuat sistem pertanian adaptif terhadap perubahan iklim?

II. PEMANASAN GLOBAL, PERUBAHAN IKLIM, DAN PERTANIAN

Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) berjudul *Mitigation of Climate Change* memastikan aktivitas manusia merupakan penyebab perubahan iklim (IPPC, 2007a). Sejumlah temuan yang tercantum dalam laporan itu, antara lain, 11 dari 12 tahun terakhir (1995-2006) merupakan tahun-tahun dengan rata-rata suhu terpanas sejak dilakukan

pengukuran suhu pertama kali pada 1850; telah terjadi kenaikan permukaan air laut global rata-rata sebesar 1,8 mm per tahun periode 1961 – 2003; dan telah terjadi kekeringan yang lebih intensif pada wilayah yang lebih luas sejak tahun 1970-an, terutama di daerah tropis dan sub-tropis. Laporan itu juga memberikan proyeksi kondisi di masa depan: diperkirakan terjadi kenaikan suhu antara 1,8^oC – 4^oC pada 2100, dan terjadi kenaikan permukaan air laut antara 0,18 meter – 0,59 meter pada 2100.

Laporan "*Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*" (IPPC, 2007b) memuat dampak perubahan iklim yang sudah dan yang mungkin terjadi di masa depan. Perubahan suhu yang terjadi akhir-akhir ini berdampak kepada sistem fisik dan biologis alam. Salah satu kesimpulannya, pemanasan global akan berdampak negatif nyata bagi kehidupan ratusan juta warga di dunia. Salah satu dampak pemanasan global adalah meningkatnya suhu permukaan bumi. Ini akan mengakibatkan gunung es di Amerika Latin mencair. Dampaknya, panen gagal, yang hingga pada 2050 diperkirakan membuat 130 juta penduduk dunia, terutama di Asia, kelaparan. Pertanian gandum di Afrika juga bernasib sama. Pemanasan global juga membuat permukaan laut meningkat, lenyapnya beberapa spesies dan bencana nasional yang makin meningkat. Lalu, 30 persen garis pantai di dunia lenyap pada 2080. Lapisan es di kutub mencair hingga terjadi aliran air di Kutub Utara dan membuat Terusan Panama terbenam.

Naiknya suhu udara akan memicu topan yang lebih dashyat hingga mempengaruhi wilayah pantai yang selama ini aman dari gangguan badai. Banyak tempat yang kini kering akan makin kering, sebaliknya, sejumlah tempat yang basah akan makin basah. Hal ini membuat distribusi air secara alami kian senjang dan berpotensi meningkatkan ketegangan dalam pemanfaatan air untuk kepentingan industri, pertanian dan penduduk. Sekitar 1 sampai 3 miliar orang di dunia, terutama di wilayah miskin, diperkirakan akan

menderita kekurangan air kronis pada 2100. Pemanasan global meningkatkan evaporasi dan mengurangi hujan – hingga di atas 20 persen di Timur Tengah dan Afrika Utara yang membuat ketersediaan air per orang berkurang separoh dari yang tersedia di abad ini.

Dari seluruh dampak yang muncul, Asia menjadi bagian dari bumi yang akan menderita paling parah. Disebutkan, setiap kenaikan suhu udara dua derajat Celsius, antara lain, akan menurunkan produksi pertanian di Cina dan Bangladesh hingga 30 persen pada 2050. Kelangkaan air meningkat di India seiring dengan menurunnya lapisan es di pegunungan Himalaya. Sekitar 100 juta warga pesisir di Asia pemukimannya tergenang, karena peningkatan permukaan laut setinggi antara 1 - 3 milimeter per tahun. Dampak peningkatan permukaan laut paling banyak terjadi di Asia. Kekeringan dan banjir akan terjadi di Australia dan Selandia Baru pada 2030. Untuk wilayah Amerika Utara akan mengalami peningkatan badai gelombang panas, cuaca buruk dan kekurangan air. Saat ini, pemanasan global sudah terasa dengan terjadinya kematian manusia dan punahnya puluhan spesies di Afrika dan Asia.

Menurut IPCC (2007c), masyarakat miskin, terutama nelayan dan petani, merupakan pihak yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim. Ini karena kemampuan beradaptasi mereka yang rendah, bukan hanya karena minimnya sumberdaya yang mereka miliki tetapi juga karena kehidupan mereka sangat bergantung pada sumberdaya yang rentan terhadap kondisi iklim. Usaha mengurangi GRK sebaik apa pun tak akan mampu menghindarkan kita sepenuhnya dari dampak perubahan iklim, sehingga diperlukan usaha-usaha adaptasi terhadap dampak perubahan iklim. Beberapa tindakan adaptasi sudah mulai dilakukan, namun masih amat terbatas. Contohnya, pembuatan infrastruktur untuk melindungi pantai di Maldives dan Belanda, dan kebijakan dan strategi manajemen air di Australia. Untuk

meningkatkan kapasitas adaptasi, salah satu cara yang diusulkan adalah memperhitungkan dampak perubahan iklim ke dalam perencanaan pembangunan. Contohnya memasukkan adaptasi perubahan iklim dalam perencanaan penggunaan lahan serta pembangunan infrastruktur, dan memasukkan cara-cara menekan kerentanan terhadap perubahan iklim ke dalam strategi penanggulangan bencana.

Menurut IPCC (2007a), emisi GRK telah meningkat 70 persen dalam rentang 1970-2004, yang sebagian besar disumbang oleh penggunaan bahan bakar fosil. Pada periode tersebut emisi GRK dari sektor energi meningkat paling tinggi: 145 persen. IPCC memperkirakan, emisi karbon dioksida dari sektor ini akan terus meningkat dan sebagian besar akan bersumber dari negara-negara berkembang yang pada saat ini, sesuai dengan Protokol Kyoto, tidak wajib menurunkan emisi GRK. IPCC membuat beberapa skenario penurunan emisi GRK hingga 2030. Skenario terbaik diproyeksikan terjadi kenaikan suhu rata-rata global 2-2,4 derajat Celsius. Ini bisa dicapai dengan menstabilkan konsentrasi GRK pada kisaran 445-490 ppm. Usaha ini diperkirakan akan mengurangi rata-rata GDP dunia tak lebih dari 3 persen. Usaha ini mustahil dicapai karena tingkat GRK pada 2005 berkisar 400-515 ppm. Skenario lain memperhitungkan terjadi kenaikan suhu rata-rata global sebesar 3,2-4 derajat Celsius dengan menjaga konsentrasi GRK berada antara 590-710 ppm. Hal ini akan mengurangi 0,2 persen dari rata-rata GDP global.

Menurut IPCC (2007a), kenaikan suhu rata-rata global sebesar 2 derajat Celsius bisa mengakibatkan punahnya 30 persen spesies, meningkatkannya kerusakan di pesisir pantai karena badai dan banjir, dan mengubah pola penularan penyakit melalui serangga dan hewan. Lalu, bagaimana bila temperatur udara naik dua kali lipat atau menjadi 4 derajat Celsius? Dampaknya, antara lain, hilangnya 30 persen lahan basah di pantai, dan meningkatnya angka kematian dan penyakit

Skenario terburuk adalah apabila negara-negara di dunia tidak melakukan apa pun untuk menekan emisi GRK. Dampaknya, ekonomi global berisiko mengalami pemangkasan pertumbuhan permanen hingga 20 persen dibandingkan jika tak ada pemanasan global. Artinya, rata-rata penduduk dunia akan 20 persen lebih miskin ketimbang yang seharusnya. Mantan ekonomi Bank Dunia Nicholas Stern (2006) memperkirakan, kenaikan suhu mencapai 5-6 derajat Celsius dalam satu abad mendatang. Biaya yang harus ditanggung perekonomian global mencapai US\$ 9 triliun. Dampak ini jauh lebih dahsyat dari dampak gabungan dua Perang Dunia atau depresi ekonomi 1930-an (Kompas, 2007). Angka itu belum memasukkan dampak pada kesehatan manusia dan lingkungan. Masalahnya, beban dampak pemanasan global tidak dibagi secara merata. Rakyat miskin, terutama petani, dan negara-negara miskin paling banyak menanggung kerugian karena rendahnya daya adaptasi, ketergantungan kehidupan mereka pada kondisi cuaca.

III. PERUBAHAN IKLIM DI INDONESIA

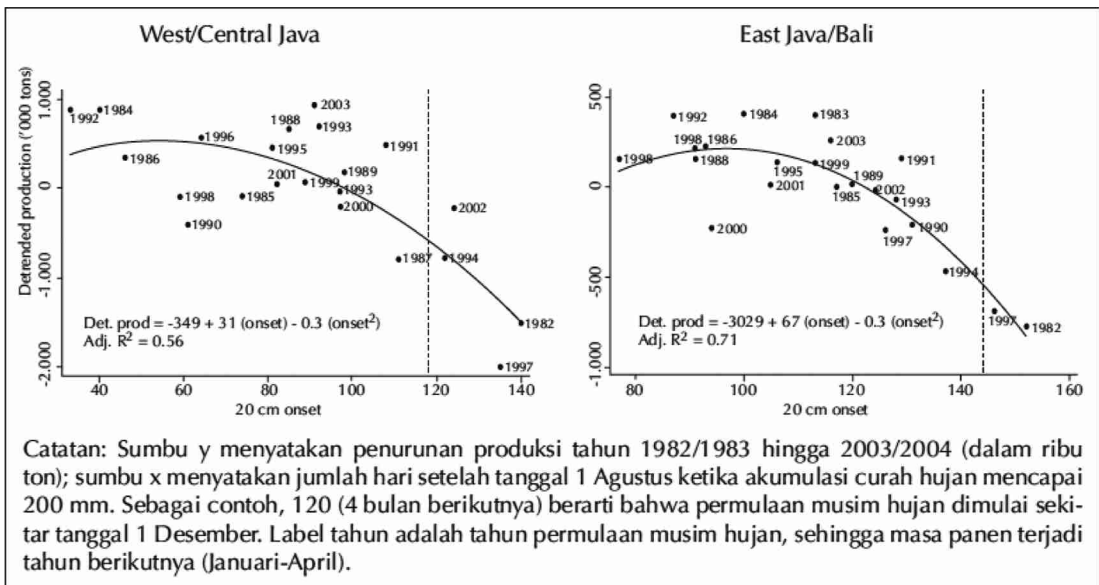
Secara teoritis, pemanasan global dan perubahan iklim berdampak pada tiga hal: (i) meningkatkan suhu rata-rata permukaan bumi, (ii) mengubah pola hujan (presipitasi), dan (iii) meningkatkan permukaan air laut. IPPC (2007a) memasukan peningkatan suhu rata-rata di Indonesia pada kelompok negara-negara yang rata-rata peningkatan suhunya berkisar 0,2 derajat Celcius dan kurang 1 derajat Celcius pada kurun waktu 1970-2004. Hal ini akan berdampak pada penurunan produksi pangan, sehingga meningkatkan risiko kelaparan; peningkatan kerusakan pesisir akibat banjir dan badai; peningkatan kasus gizi buruk dan diare, perubahan pola distribusi hewan dan serangga sebagai vektor penyakit; dan meningkatnya frekuensi kekeringan dan banjir yang menurunkan produksi pangan lokal.

Laporan IPPC (2007a) menyatakan rata-rata tinggi muka air global telah meningkat sejalan dengan berlansungnya fenomena pemanasan global: muka air laut meningkat

rata-rata 1,8 milimeter per tahun dengan rentang 1,3 dan 2,3 milimeter per tahun sejak 1961, dan meningkat lagi menjadi rata-rata 3,1 milimeter per tahun dengan rentang 2,4 dan 3,8 milimeter per tahun sejak 1993. Di Indonesia, berdasarkan pemantauan di beberapa tempat peningkatan muka air laut bervariasi dari 1 milimeter per tahun dan 9,37 milimeter per tahun. Kenaikan muka air laut itu pada gilirannya potensial mengancam keberadaan pulau-pulau kecil. Kajian khusus dampak kenaikan muka air laut pada hilangnya pulau belum pernah dilakukan. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan antara tahun 2005 dan 2007 Indonesia telah kehilangan 24 pulau kecil : 3 pulau di Nanggroe Aceh Darussalam, 3 di Sumatera Utara, 3 di Papua, 5 di Kepulauan Riau, 2 di Sumatera Barat, 1 di Sulawesi Selatan, dan 7 di kawasan Kepulauan Seribu, Jakarta.

Kenaikan muka air laut juga dapat meningkatkan salinitas (tingkat kandungan garam) wilayah pertanian di kawasan pesisir. Akibatnya, produktivitas tanaman akan turun drastis. Pengamatan oleh Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian di Indramayu menunjukkan bahwa sekitar 30 persen dari 42 lokasi pengukuran sudah memiliki salinitas di atas 4,0 dS/m –ukuran daya hantar listrik dengan satuan deciSiemens per meter. Pada lokasi dengan tingkat salinitas seperti itu hasil padi rata-rata hanya bisa mencapai 80 persen ketimbang hasil rata-rata tanaman yang ditanam di lokasi yang tidak memiliki masalah salinitas. Bahkan, di beberapa lokasi ada yang sudah mencapai 10 dS/m. Pada tingkat salinitas seperti itu, produktivitas tanaman padi hanya bisa mencapai 20 persen dari hasil rata-rata. Pada wilayah dengan tingkat salinitas seperti itu sebagian besar petani sudah mengkonversi lahan sawah menjadi penambangan garam dan tambak udang (Boer, 2010).

Di Indonesia, perubahan pola hujan sudah lama dirasakan. Cuaca semakin kacau. Jika dulu ketika di sekolah dasar diajarkan musim kemarau berlangsung antara April-Oktober,



Gambar 1. Hubungan Antara Produksi Padi (Januari-April) Dengan Keterlambatan Permulaan Musim Hujan

Sumber : Anonim, 2007

dan musim penghujan terjadi dalam rentang Nopember-Maret, sekarang tidak lagi. Musim telah bergeser dan karakteristik curah hujan juga telah berubah. Wujudnya, musim kemarau berpeluang mengalami percepatan sampai dengan empat *dasarian* atau 40 hari. Demikian juga awal musim hujannya juga bisa mundur sampai empat *dasarian* atau 40 hari. Artinya, musim kemarau menjadi lebih lama sekitar 80 hari dibandingkan kondisi normalnya. Dengan kata lain, periode musim hujan akan mengalami pengurangan yang sama (80 hari), sedangkan penurunan curah hujan maksimum yang pernah terjadi mencapai 21 milimeter selama 21 *dasarian* (210 hari) (Irianto, 2003). Tanpa antisipasi dan adaptasi yang memadai, pergeseran musim, dan perubahan pola curah hujan di musim kemarau akan membawa risiko besar bagi pertanian, terutama tanaman padi.

Tanaman padi merupakan salah satu jenis tanaman yang membutuhkan air sangat besar. Hasil penelitian yang pernah dilakukan menyebutkan bahwa untuk menghasilkan satu kilogram padi dibutuhkan air sebanyak 1.900-5.000 liter air. Padahal, untuk jenis tanaman

lain seperti kentang, gandum, dan jagung masing-masing hanya membutuhkan 500-1.500, 900-2.000 dan 1.000-1.800 liter. Selama ini, kontinuitas produksi padi terancam oleh ketersediaan air. Di musim kemarau, pasokan air berkurang. Sebaliknya, di musim hujan suplai air berlebih, bahkan mengakibatkan banjir. Kedua-duanya, banjir dan kekeringan, memiliki pengaruh negatif terhadap produksi padi. Menurut data Departemen Pertanian, periode 1993 dan 2002 menunjukkan angka rata-rata lahan pertanian yang terkena kekeringan mencapai 220.380 hektar dengan lahan puso mencapai 43.434 hektar atau setara dengan hilangnya 190.000 ton gabah kering giling. Sementara kekeringan merusak tanaman padi rata-rata seluas 90.000-95.000 hektar per tahun (Khudori, 2002). Ada hubungan linier antara produksi padi dan keterlambatan musim hujan ketika El Nino berlangsung. Gambar 1 menunjukkan keterlambatan permulaan musim hujan mengurangi produksi padi di Jawa Barat/Jawa Tengah 6,5 persen dan di Jawa Timur/Bali sekitar 11 persen.

Di masa depan, kecenderungan perubahan pola hujan diperkirakan akan berlanjut. Hujan di musim kemarau di wilayah Indonesia bagian selatan ekuator cenderung menurun. Sebaliknya, di wilayah Indonesia bagian utara ekuator cenderung naik. Perubahan pola hujan tahun 2050 akan mengikuti kecenderungan yang terjadi saat ini. Awal musim hujan cenderung mundur. Hujan pada musim pancaroba akan naik dan kemudian turun dengan cepat. Pada skenario emisi GRK rendah dan tinggi, total hujan bulan April-Juni (musim pancaroba) diperkirakan naik 10 persen dari rata-rata hujan musim saat ini. Namun, hujan pada bulan Juli-September (puncak musim kemarau) akan menurun 10-25 persen. Untuk Jawa Barat dan Jawa Tengah penurunan lama hujan di musim kemarau bisa mencapai 50 persen dan 75 persen di Jawa Timur dan Bali. Frekuensi mundurnya awal musim hujan minimal satu bulan dari kondisi normal kian sering terjadi. Panjangnya musim kemarau akan menyulitkan peningkatan intensitas penanaman (Boer, 2010).

IV. PERUBAHAN IKLIM DAN PERTANIAN DI INDONESIA

Penelitian dampak kenaikan suhu global terhadap produktivitas tanaman pangan sudah banyak dilakukan. Menurut IPCC (2007), pemanasan global akan menurunkan produktivitas tanaman pangan secara

signifikan, khususnya di daerah tropis. Kenaikan suhu 3 derajat Celcius bisa menurunkan hasil produksi jagung dan padi masing-masing 20 persen dan 10 persen. Kenaikan suhu di atas 2 derajat Celcius akan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrem. Dampaknya terhadap produktivitas pertanian pangan akan sangat besar.

Di Indonesia, penelitian dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman sudah banyak dilakukan, baik menyangkut perubahan pola curah hujan, kenaikan suhu udara maupun peningkatan muka air laut. Secara umum, selain awal musim hujan yang tidak ajeg, jumlah bulan dengan curah hujan ekstrim juga cenderung meningkat dalam 50 tahun terakhir, terutama di kawasan pantai (Aldrian dan Djamil, 2006). Secara nasional curah hujan pada musim hujan lebih bervariasi dibandingkan di musim kemarau (Ministry of Environment, 2007). Data curah hujan rata-rata 10 tahun (1994-2002) untuk musim hujan dibandingkan dengan data curah hujan normal dalam 20 tahun terakhir (1970-2000) menunjukkan banyak wilayah yang mengalami penurunan jumlah curah hujan (Irianto dkk., 2010). Ini membuat produksi menurun. Misalnya, penurunan jumlah curah hujan di Tasikmalaya pada 1879-2006 telah menurunkan potensi satu musim tanam padi (Runtunuwu dan Syahbuddin, 2007). Kondisi

Tabel 1. Luas Lahan Sawah yang Rentan Kekeringan (ha)

Wilayah/Provinsi	Sangat Rentan	Rentan	Luas Baku Sawah
Jawa Barat	-	30.863	971.474
Banten	-	26.588	192.904
Jawa Tengah	2.322	142.575	1.053.882
DI Yogyakarta	-	3.652	69.063
Jawa Timur	1.580	70.802	1.313.726
Bali	-	14.758	85.525
Nusa Tenggara	38.546	105.687	214.576
Lampung	29.378	168.887	278.135
Sumatera Selatan	-	184.993	439.668
Sumatera Utara	2.055	342.159	524.649
Jumlah	73.881	1.090.964	5.143.602

Sumber: Wahyunto, 2005

yang sama terjadi di wilayah utara dan selatan Sumatera, Kalimantan Barat, Jawa Timur, NTT, NTB dan Sulawesi Tenggara.

Keragaman iklim antar-musim dan tahunan yang disebabkan oleh fenomena ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) dan Osilasi Atlantik atau Osilasi Pasifik kian meningkat dan menguat. Hal ini berdampak pada kekeringan atau banjir. Di Indonesia, tingkat kerentanan lahan pertanian terhadap kekeringan bervariasi antar-wilayah. Lahan sawah di Sumatera dan Jawa misalnya lebih rentan terhadap kekeringan. Dari 5,14 juta lahan sawah yang dievaluasi, 74 ribu hektar di antaranya sangat rentan dan lebih satu juta hektar rentan terhadap kekeringan (Wahyunto, 2005). Walaupun produksi padi tetap meningkat, tapi pada tahun-tahun tertentu terjadi penurunan produksi akibat kekeringan.

Selain kekeringan, kegagalan panen bisa terjadi akibat banjir. Secara nasional, lahan sawah di Jawa cukup rawan terhadap banjir (Tabel 2). Luas sawah rawan banjir atau genangan di Jawa mencapai 1.084.217 hektar dan sangat rawan 162.622 hektar. Sedangkan di Sumatera 267.178 hektar, 124.465 hektar di antaranya berada di Sumatera Selatan dan 50.606 hektar di Jambi. Luas wilayah yang terkena banjir selama 16 tahun (1991-2006) berfluktuasi dengan rata-rata luas kerusakan

lahan 32.826-37.977 hektar, dan puso 5.707-138.227 hektar. Peningkatan banjir secara tidak langsung memicu serangan hama dan penyakit. Sejumlah hama/patogen ditularkan melalui air. Misalnya, di Bojonegoro, setelah banjir tahun 2007 sawah petani mengalami gagal panen akibat hama padi keong emas (Wiyono, 2009). Di samping itu ada indikasi bahwa sawah yang terkena banjir pada musim sebelumnya berpeluang lebih besar diserang wereng coklat.

Dampak lain perubahan iklim adalah mundurnya musim hujan dan makin panjangnya periode musim kemarau. Adanya kecenderungan pemendekan musim hujan dan peningkatan curah hujan di bagian selatan (Jawa dan Bali) mengakibatkan perubahan awal dan durasi musim hujan. Hal ini akan menyulitkan peningkatan indeks pertanaman tanpa diikuti pengembangan varietas berumur genjah, rehabilitasi dan pembangunan waduk serta infrastruktur irigasi. Mundurnya awal musim hujan selama 30 hari dapat menurunkan produksi padi di Jawa Barat dan Jawa Tengah sebanyak 6,5 persen dan di Bali 1 persen dari kondisi normal. Sebaliknya, di bagian utara (Sumatera dan Kalimantan) musim hujan dengan intensitas rendah cenderung mengalami perpanjangan. Selain memperpanjang musim tanam, hal ini membuka

Tabel 2. Luas Lahan Sawah Rawan Banjir/Genangan di Jawa (ha)

Provinsi	Sangat Rawan	Rawan	Kurang Rawan	Tidak Rawan	Jumlah
Jawa Barat	27.654	205.304	324.734	409.984	967.676
Banten	7.509	53.472	89.291	42.259	192.531
Jawa Tengah	49.569	503.803	188.688	303.346	1.045.406
DI Yogyakarta	-	15.301	34.459	13.622	63.382
Jawa Timur	105.544	306.337	533.447	359.630	1.304.958
Total	162.622	1.084.217	1.170.619	1.128.841	3.573.953
Persen	4,5	30,3	32,7	32,5	100,0

Keterangan:

- Sangat rawan : Frekuensi banjir 4-5x/5 tahun; dan luas padi puso > 30%
- Rawan : Frekuensi banjir 3x/5 tahun; dan luas padi puso 20-29%
- Kurang rawan : Frekuensi banjir 1-2x/5 tahun; dan luas padi puso 10-19%
- Tidak rawan : Tidak ada banjir dalam 5 tahun

Sumber : Irianto, 2010

peluang peningkatan indeks pertanaman (Irianto, 2010). Namun, produktivitas lahan di luar Jawa tidak sebaik di Jawa.

Perubahan pola curah hujan juga menurunkan ketersediaan air pada waduk, terutama di Jawa. Misalnya, selama 10 tahun rata-rata volume aliran air dari daerah aliran sungai (DAS) Citarum yang masuk ke waduk menurun dari 5,7 miliar meter kubik per tahun menjadi 4,9 miliar meter kubik per tahun. Akibatnya, kemampuan waduk Jatiluhur dalam mengairi sawah di kawasan pantai utara Jawa menurun. Kondisi yang sama ditemukan pada waduk lain di Jawa, seperti Gajah Mungkur, dan Kedung Ombo.

Dalam hal perubahan suhu, diketahui rata-rata peningkatan suhu selama 100 tahun terakhir mencapai 1,4 derajat Celcius pada bulan Juli dan 1,04 derajat Celcius pada bulan Januari (Boer dkk., 2007). Peningkatan suhu akan meningkatkan transpirasi, yang pada gilirannya akan menurunkan produktivitas tanaman pangan, meningkatkan konsumsi air, mempercepat pematangan buah/biji, menurunkan mutu hasil dan memicu berkembangnya berbagai hama dan penyakit. Produksi pangan strategis di Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Barat dan wilayah lainnya, terutama wilayah dataran rendah, diperkirakan akan mengalami penurunan signifikan akibat kenaikan suhu. Misalnya, tanpa intervensi berupa mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim, produksi jagung menurun 10-5 persen - 19,9 persen hingga tahun 2050 akibat kenaikan suhu. Suhu udara maksimum dan minimum di Indonesia, berdasarkan data dari Provinsi Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan dalam periode 1971-2002 menunjukkan trend kenaikan suhu udara maksimum dan minimum di hampir seluruh wilayah (Handoko, dkk., 2008). Potensi penurunan produksi pertanian tergantung besar-kecilnya kenaikan suhu. Penurunan hasil pertanian bisa mencapai lebih dari 20 persen apabila suhu naik melebihi 4 derajat Celcius (Tschirley, 2007).

Kenaikan suhu juga memicu serangan

hama dan penyakit, bahkan serangan dan tingkat kerusakannya menjadi lebih besar. Dalam tiga tahun terakhir, serangan penyakit kresek oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, virus Gemini pada cabai dan tomat, serta hama *Thrips* pada cabai meningkat tajam (Wiyono, 2009). Tanaman yang terserang penyakit kresek daunnya menjadi kering dan bobot gabah saat panen turun drastis, bahkan hingga 50 persen. Bakteri penyebab penyakit kresek cocok pada suhu tinggi (suhu optimum 30 derajat Celcius), dan menyebar lewat percikan air. Tidak heran, suhu dan curah hujan yang tinggi akan memicu perkembangan bakteri ini. Hebatnya lagi, penyakit serupa juga ditemukan di kawasan pegunungan, seperti di sekitar Bogor, dan Bumijawa, Tegal.

Lima tahun lalu, virus Gemini bukan penyakit penting. Kini, virus Gemini menjadi penyakit paling merusak di semua sentra cabai dan tomat di Jawa (Bogor, Cianjur, Brebes, Wonosobo, Magelang, Klaten, Boyolali, Kulonprogo, Blitar, dan Tulungagung). Epidemologi penyakit ini salah satunya ditentukan oleh dinamika populasi serangga vektor, yaitu kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Suhu yang tinggi dan kemarau yang panjang mendukung perkembangan kutu kebul. *Thrips* juga menjadi hama yang merusak akhir-akhir. Saat kemarau 2006, *Thrips* menimbulkan kerugian besar pada usahatani cabai di Tegal dan Brebes, Jawa Tengah. Tidak ada satu pun pestisida sintetis yang efektif untuk mengendalikannya. *Thrips* berkembang pada musim kemarau dan bisa meledak populasinya bila kemarau makin kering dan suhu rata-rata makin panas.

Di Indonesia, dampak perubahan iklim terhadap kenaikan muka air laut terlihat nyata. Dalam periode 1925-1989 muka air laut naik 4,38 mm/tahun di Jakarta, 9,27 mm/tahun di Semarang, dan 5,47 mm/tahun di Surabaya. Kenaikan muka air laut tidak hanya mencuri lahan pertanian, terutama di pesisir pantai Jawa, Bali, Sumatera Utara, NTB dan Kalimantan, tetapi juga merusak infrastruktur pertanian, dan meningkatkan salinitas tanah dan air. Potensi kehilangan lahan sawah akibat

Tabel 3. Dampak Kenaikan Muka Air Laut terhadap Produksi Pangan Strategis

Komoditas	Produksi 2006 (ton)	Penurun Produksi	Tahun 2050
		ton	(%)
Padi sawah	51.647.490	10.473.764	20,3
Padi ladang	2.807.477	761.522	27,1
Jagung	11.609.463	1.574.966	13,6
Kedelai	747.611	92.503	12,4
Tebu	1.279.070	97.453	7,6

Sumber : Handoko, dkk., 2008

113.000-146.000 hektar, lahan kering areal tanaman pangan 16.600-32.000 hektar, dan lahan kering areal perkebunan 7.000-9.000 hektar (Irianto, 2010). Jika pemerintah tidak melakukan apa-apa, produksi padi sawah Indonesia pada 2050 akan turun 20,3 persen, padi ladang turun 27,1 persen, jagung turun 13,6 persen, produksi kedelai turun 12,4 persen, dan produksi gula tebu turun 7,6 persen dibandingkan produksi tahun 2006. Ini terkait berkurangnya lahan sawah di Jawa seluas 113.003-146.473 hektar, di Sumatera Utara 1.315-1.345 hektar, dan di Sulawesi 13.672-17.069 hektar (Handoko dkk., 2008).

Semua gambaran di atas menunjukkan rentannya pertanian Indonesia akibat perubahan iklim. Walaupun hanya berkontribusi relatif kecil (sekitar 7 persen) terhadap emisi GRK nasional, sektor pertanian, terutama subsektor tanaman pangan, menerima dampak paling besar akibat perubahan iklim. Ini terjadi karena tanaman pangan umumnya tanaman semusim yang relatif sensitif terhadap cekaman, terutama cekaman (kelebihan dan kekurangan) air. Di sisi lain, sektor pertanian masih menjadi penopang 43 persen tenaga kerja, menjadi sumber pendapatan sebagian besar warga perdesaan, dan menjadi penunjang penting perekonomian nasional, terutama sebagai penghasil utama pangan (*food*), bahan baku industri dan pakan (*feed*), sandang-papan (*fibre*), dan bahan bakar (*fuel*) secara berkesinambungan untuk menjamin kualitas (jiwa, raga, dan kecerdasan) warga dan generasi mendatang. Agar pertanian tetap bisa menjadi penopang kehidupan, perlu upaya adaptasi dan mitigasi, baik yang bersifat struktural maupun nonstruktural.

V. SISTEM PERTANIAN ADAPTIF PERUBAHAN IKLIM

Ke depan, karena perubahan iklim menjadi fenomena harian, upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim adalah keniscayaan. Mitigasi dan adaptasi dilakukan untuk membangun sistem pertanian, terutama pertanian tanaman pangan, yang adaptif terhadap perubahan iklim. Untuk membuat sistem pertanian pangan yang adaptif terhadap perubahan iklim bisa dilakukan dengan upaya-upaya struktural maupun nonstruktural. Untuk upaya-upaya nonstruktural, setidaknya ada lima langkah.

Pertama, pemetaan komoditas sesuai iklim. Masing-masing tanaman, tidak terkecuali tanaman pangan, memerlukan kondisi tanah dan cuaca (baca: iklim) tertentu. Pemetaan komoditas sesuai iklim akan menjamin peluang produktivitas yang tinggi. Konsep ini sudah dikembangkan sejak zaman Pemerintah Hindia Belanda, sebelum isu perubahan iklim meruyak. Keberhasilan Thailand dalam mengembangkan pertaniannya juga tidak lepas dari penerapan pewilayahan komoditas. Pemerintah Hindia Belanda memasang sekitar 4000 stasiun hujan di Pulau Jawa dan hampir 4000 stasiun hujan lainnya di luar Jawa. Saat ini stasiun-stasiun itu sudah tidak banyak yang beroperasi karena berbagai hal. Melalui pengamatan curah hujan tersebut, iklim di Indonesia secara umum dibagi berdasarkan sifat hujan: tipe ekuatorial, tipe monsun, dan tipe lokal (Handoko, 2011).

Tipe ekuatorial dicirikan oleh curah hujan yang tinggi yang terdapat di sebagian besar Sumatera, Kalimantan dan Papua. Pada

daerah-daerah ini dikembangkan tanaman yang memerlukan banyak air atau yang rentan terhadap kekeringan, seperti kepala sawit, bahkan pusat penelitian kelapa sawit didirikan di Sumatera Utara pada zaman itu. Sebaliknya, tipe monsunal memiliki curah hujan rendah tetapi intensitas radiasi surya tinggi di musim kemarau. Ini dijumpai mulai dari Pulau Jawa hingga NTT yang makin ke Timur semakin kering. Tipe iklim ini sesuai untuk tanaman yang memerlukan perbedaan musim yang jelas, seperti tebu, jati, kopi dan kakao. Tebu banyak ditanam di Jawa Tengah dan Jawa Timur yang memiliki curah hujan cukup pada musim hujan untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman, tetapi memiliki intensitas radiasi surya tinggi pada musim kemarau untuk proses fotosintesis guna pengisian gula pada batang (*stem reserve*) menjelang panen serta memudahkan panen. Untuk menjamin air selama pengisian gula pada batang tebu, dibangun jaringan irigasi untuk perkebunan tebu. Selain pabrik gula, juga didirikan Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia di Pasuruan, Jawa Timur. Paparan ini menunjukkan, Pemerintah Hindia Belanda menempatkan iklim sebagai faktor penting dalam pelayanaan pertanian (agroklimat). Selanjutnya, pusat-pusat penelitian dibangun di sentra-sentra produksi sesuai komoditas. Pengamatan unsur iklim, terutama curah hujan, dilakukan serius dan kontinyu sebagai dasar perencanaan dan pengelolaan pertanian. Saat ini stasiun klimatologi di Indonesia kian berkurang jumlahnya dan kualitas datanya diragukan, meskipun teknologi pengukuran cuaca semakin maju.

Kedua, terkait yang pertama, mengembangkan aneka jenis dan varietas tanaman berumur genjah, berdaya hasil tinggi, dan yang toleran terhadap stress lingkungan, seperti kenaikan suhu udara, kekeringan, genangan (banjir), salinitas dan zat beracun, serta serangan aneka hama dan penyakit. Sampai saat ini Badan Litbang Kementerian Pertanian telah menghasilkan puluhan varietas padi, jagung, kedelai dan tanaman pangan

lain yang genjah, berdaya hasil tinggi, tahan sejumlah hama dan penyakit, serta tak rakus hara. Sejumlah varietas tanaman pangan mampu beradaptasi dalam iklim kekeringan, seperti padi (Dodokan dan Silugonggo), jagung (Bima 3, Bantimurung, Lamuru, Sukmaraga, Anoma), kedelai (Argomulyo dan Burangrang), kacang tanah (Singa dan Jerapah), serta kedelai (Kutilang). Varietas padi yang mampu beradaptasi terhadap cekaman salinitas tinggi di antaranya Way Apo Buru, Margasari dan Lambur, sedangkan yang mampu beradaptasi dengan banjir adalah padi GHTR1 dan Inpara (Las, 2007). Padi Inpara misalnya, tidak mati meskipun tergenang air selama 14 hari berturut-turut.

Masalahnya, bagaimana memassalkan dan mendiseminasikan aneka jenis dan varietas tanaman yang tahan cekaman iklim tersebut ke petani? Sebab, adopsi dan penyebarluasan varietas yang adaptif iklim ekstrem di tingkat petani membutuhkan waktu 2-3 tahun, bergantung pada kesiapan dan kesigapan aparat birokrasi di tingkat pusat dan daerah (Arifin, 2011). Petani kita sebenarnya amat responsif terhadap varietas dan teknologi baru. Survei Ruskandar dkk. (2008) membuktikan, tidak tersedianya benih di pasaran, tidak adanya kios pertanian, dan miskinnya informasi varietas unggul yang dilepas pemerintah jadi faktor kunci petani tidak memakai benih unggul bersertifikat. Berpijak dari kondisi itu, pemerintah harus menjamin aneka benih varietas tahan cekaman iklim itu tersedia di mana saja, tersedia setiap saat, dan informasinya lengkap.

Ketiga, aplikasi informasi iklim sebagai dasar menyusun perencanaan, dan pengambilan keputusan, seperti pola tanam. Saat ini Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi memiliki jaringan stasiun iklim otomatis yang tersebar di tujuh provinsi sentra produksi pertanian, yaitu Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Timur, dan Sulawesi Tenggara. Data dari stasiun itu bisa diolah dalam bentuk informasi iklim, seperti perkiraan

curah hujan, peta perkiraan musim kering, dan musim hujan. Dengan informasi iklim tersebut dapat dihasilkan perkiraan curah hujan bulanan 3-6 bulan, musim kemarau atau musim hujan, sehingga bisa dipakai untuk merencanakan pola tanam. Informasi ini bisa diakses melalui internet atau media cetak (Gandasasmita dkk. 2009). Masalahnya, bagaimana informasi penting ini bisa diakses atau bisa sampai ke petani, sehingga bisa diterjemahkan dalam pola tanam?

Untuk meningkatkan efektivitas pemanfaatan teknologi aplikasi informasi iklim diperlukan pelembagaan proses pemanfaatan informasi iklim dan ketersediaan sistem informasi iklim yang efektif. Sistem ini harus mampu menyediakan informasi iklim yang tepat waktu, mudah dipahami oleh pengguna (baca: petani), dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga dapat digunakan dalam menyusun perencanaan dan pengambilan keputusan. Dalam kelembagaan itu harus jelas siapa yang bertanggung jawab memproses dan menerjemahkan informasi iklim dari lembaga penyedia jasa informasi iklim, siapa yang meneruskan informasi iklim ke petani, bagaimana informasi itu dapat diakses, dan apa sumberdaya yang diperlukan agar petani bisa melakukan adaptasi (Boer, 2010).

Pengalaman di Ciparay, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, menunjukkan bahwa petani yang tidak memanfaatkan informasi iklim memiliki pendapatan lebih rendah ketimbang yang memanfaatkan (Boer, 2009).

Salah satu metode yang cukup efektif untuk melembagakan penyebaran informasi iklim di tingkat petani adalah Sekolah Lapang Iklim (SLI). Di SLI ini petani diajari "membaca iklim", baik tentang iklim danantisipasi kejadian iklim ekstrim, mengamati unsur iklim dan menggunakannya dalam mendukung usahatani, dan menerjemahkan informasi perkiraan iklim untuk menyusun budidaya yang tepat. Meskipun sudah dirintis sejak tahun 2003, SLI belumlah semassal Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu. Ditambah minimnya fasilitator (tenaga penyuluh lapangan)

yang memiliki pengetahuan baik tentang iklim yang masih terbatas, dan langkanya buku panduan bagi penyuluh dan modul untuk pelaksanaan SLI membuat pemanfaatan SLI oleh petani terbatas. Pemerintah musti segera mengatasi masalah ini.

Keempat, mengembangkan teknologi pengolahan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman. Teknologi tanpa olah tanah misalnya, mampu mereduksi laju emisi gas metan 31,5 persen-63,4 persen dibandingkan teknologi olah tanah sempurna. Demikian pula teknologi irigasi berselang atau irigasi macak-macak, selain menghemat air juga berperan dalam mereduksi emisi gas metan 34,3 persen-63,8 persen dibandingkan dengan pertanaman yang digenangi terus-menerus (Las, 2007). Cekaman iklim, baik kekeringan maupun banjir, juga merupakan peluang yang bisa disiasati. Kekeringan misalnya, merupakan peluang, bahkan berkah bagi tanah. Periode kering merupakan masa istirahat atau puasa untuk proses pemulihan. Masa itu berguna untuk memperbaiki sifat fisik (struktur, aerasi, permeabilitas), kimia dan biologi tanah setelah dieksploitasi secara terus-menerus dalam kondisi anaerob. Pada musim kemarau, tanah menjadi aerobik, sirkulasi udara jadi lebih baik, dan zat-zat beracun yang mengganggu pertumbuhan tanaman terekspose. Periode bera atau istirahat ini akan memutus siklus hama sekaligus mentransformasi fosfit (yang tidak tersedia bagi tanaman) menjadi fosfat (yang siap diserap akar). Setelah El-Nino, produksi padi pada tanah demikian harus dipacu karena bisa dipastikan produksi akan lebih tinggi dari tahun normal (Khudori, 2009). Praktik semacam ini dilakukan sebagian petani Jawa Timur dan Jawa Tengah.

Kelima, mengembangkan sistem perlindungan usahatani dari kegagalan akibat perubahan iklim (*crop weather insurance*). Seringkali teknologi budidaya yang tahan cekaman iklim sudah tersedia, namun tingkat adopsinya rendah. Penyebabnya, tidak ada jaminan teknologi baru itu bisa mengatasi

cekaman iklim atau meningkatkan pendapatan petani. Untuk mempercepat adopsi teknologi baru tahan cekaman iklim itu perlu dikembangkan “indeks asuransi iklim” (*climate indexed insurance*). Di banyak negara berkembang, telah banyak diberlakukan indeks iklim untuk asuransi pertanian. Sistem ini memberikan pembayaran pada pemegang polis ketika terpenuhi kondisi cuaca atau iklim yang tidak diharapkan (indeks iklim) tanpa harus ada bukti kegagalan panen. Sistem ini sudah dikembangkan di berbagai Negara, khususnya di Afrika, India dan Filipina. Asuransi ini dapat mempercepat penerimaan petani terhadap teknologi baru adaptasi atau integrasi informasi prakiraan musim/iklim dalam membuat keputusan. Dengan adanya asuransi, petani akan berani mencoba teknologi baru tahan cekaman iklim tanpa perlu khawatir bila terjadi kerugian akibat gagal panen karena mereka mendapat pembayaran dari pihak asuransi. Untuk meringankan petani, pemerintah bisa mensubsidi premi asuransi iklim itu. Dengan cara tersebut, adopsi asuransi iklim akan semakin cepat.

Di luar perubahan iklim, sebetulnya ada ancaman nyata yang mempengaruhi kemampuan Indonesia untuk menyediakan pangan di masa depan.

Pertama, penambahan penduduk. Menurut BPS, tahun lalu jumlah penduduk Indonesia mencapai 237,6 juta jiwa atau bertambah 32,5 juta dari tahun 2000 (naik 1,58 persen/tahun). Tiap tahun bertambah 3-4 juta jiwa. Ini kelihatannya kecil. Tetapi dampaknya luar biasa merepotkan: tiap tahun harus menambah bahan makanan untuk 3-4 juta mulut, saat usia sekolah butuh 3-4 juta bangku sekolah, saat memasuki usia kerja perlu 3-4 juta lapangan kerja, dan seterusnya dan seterusnya. Dengan pertumbuhan penduduk 1,49 persen, pada 2035 dibutuhkan beras sebesar 47,84 juta ton. Untuk memenuhi kebutuhan beras itu diperlukan penambahan 5,3 juta hektar sawah baru dari sekitar 12 juta hektar luas panen sawah sekarang. Itu baru beras. Belum kebutuhan kedelai, jagung, daging (ayam dan sapi), dan umbi-umbian.

Kedua, kemiskinan dan keureman petani. Indikatornya bisa dilihat dari tingkat kemiskinan. Ketika angka kemiskinan nasional menurun (dari 14,15 persen atau 32,53 juta jiwa pada 2009 jadi 13,32 persen atau 31,02 juta jiwa pada 2010), pada periode yang sama kemiskinan di pedesaan justru naik: dari 63,35 persen jadi 64,23 persen. Lebih dari 30 tahun pembangunan ekonomi ternyata kemiskinan tidak beranjak jauh dari desa. Pada 1976, jumlah penduduk miskin pedesaan mencapai 44,2 juta (81,5 persen dari penduduk miskin), dan kini masih 64,23 persen. Menurut BPS, angka kemiskinan di sektor pertanian mencapai 56,1 persen, jauh di atas industri (6,77 persen). Fakta ini menunjukkan, pembangunan justru kian meminggirkan warga pedesaan. Data-data di atas menggambarkan dua hal sekaligus: sebagian besar petani miskin, dan sebagian besar orang miskin itu adalah petani. Bagaimana mungkin menumpukan pangan warga di masa depan kepada petani miskin?

Ketiga, konversi lahan pertanian ke penggunaan non-pertanian tanpa kendali. Dari tahun ke tahun, konversi lahan pertanian kian massif. Jika periode 1999-2000 penyusutan lahan baru 141.000 ha/tahun, kini mencapai 145.000 hektar/tahun (Gafar, 2007), bahkan 187 ribu hektar/tahun (Apriyantono, 2008). Lahan pertanian terancam punah. Dari total sawah pada 2004 seluas 8,9 juta hektar sebanyak 7,31 juta hektar beririgasi dan 1,45 juta hektar non-irigasi. Dari sawah irigasi yang subur, 3,099 juta hektar oleh Pemerintah Daerah dimintakan izin ke Badan Pertanahan Nasional untuk dikonversi. Dari jumlah itu, 1,67 juta hektar (53,8 persen) merupakan sawah beririgasi di Jawa dan Bali. Jika permintaan itu dikabulkan, produksi pangan, terutama padi, bakal terancam. Padahal, ditilik dari sudut apapun, konversi lahan pertanian tersebut amat tidak menguntungkan.

Boer dkk. (2009) menghitung, dengan asumsi laju konversi lahan 0,77 persen per tahun (30.000 hektar per tahun) dan indeks pertanaman tidak berubah menemukan bahwa total penurunan produksi padi di Jawa

dibanding tingkat produksi akibat kenaikan suhu dan konversi lahan saat ini—akan mencapai 6 juta ton pada 2025 dan 12 juta ton pada 2050. Jika diasumsikan tidak terjadi konversi lahan sawah, pengaruh negatif kenaikan suhu terhadap produksi padi di Jawa pada 2025 dan 2050 dapat dihilangkan dengan meningkatkan indeks pertanaman (IP) padi 10-20 persen dan 20-30 persen dari IP saat ini. Bila konversi lahan sawah tetap berlangsung dengan kecepatan 0,77 persen per tahun, peningkatan IP dalam mengurangi dampak negatif kenaikan suhu tak terlalu efektif. Ini menunjukkan, adaptasi iklim tidak cukup tanpa berbagai usaha struktural. Upaya-upaya struktural itu mencakup perbaikan dan pembangunan sarana dan prasarana, seperti saluran drainase, bangunan pengendali banjir, waduk dan sarana irigasi, pengembangan teknologi pemanenan air hujan (embung dan parit), rehabilitasi wilayah tutupan hujan, perluasan lahan baru dan menghentikan konversi lahan pertanian (Boer, 2010; Irianto, 2010).

Upaya-upaya struktural ini amat penting karena tanpa ketersediaan air budidaya tanaman pangan akan tidak optimal. Masalahnya, ke depan ketersediaan air, terutama di Jawa, makin kritis. Pulau Jawa adalah lumbung beras nasional dan memasok 56-60 persen beras nasional. Kini, status Jawa sebagai lumbung beras nasional berada pada titik kritis. Sebagai pusat episentrum aktivitas ekonomi nasional, Jawa bergerak bagai gasing. Gerak laju industrialisasi, transformasi ekonomi dan jumlah penduduk yang besar membuat tekanan pada lahan menjadi panas. Dampak dari tekanan pada lahan itu bisa dilihat dari rutinitas banjir, longsor dan kekeringan di sejumlah kota di Jawa. Ini terjadi karena kondisi tutupan hutan di hulu dan DAS sebagai penyuplai air irigasi amat kritis.

Hasil interpretasi citra Landsat tahun 2006/2007 menunjukkan (Barus dkk., 2009), tutupan lahan hutan total di Jawa tinggal 14 persen, amat jauh dari angka ideal (30 persen)

untuk menjaga lingkungan fisik dan areal sawah. Dari 156 DAS di Jawa, hanya 10 DAS (6,4 persen) yang mempunyai tutupan luas hutan lebih 30 persen, bahkan 50 DAS (32 persen) di antaranya tutupan hutannya 0 persen. Akibatnya, sebagian besar sub-DAS di Jawa berpotensi besar dilanda banjir/longsor rutin. Air hujan yang seharusnya bisa mengisi akiver atau air tanah dan dialirkan perlahan-lahan karena adanya tutupan hutan berubah menjadi air limpasan permukaan, yang tidak saja mubadir tapi juga menjadi menggerus lapisan subur tanah.

Menurut Barus dkk, dari empat kelas daerah rawan longsor (1-4, dari rendah/tidak ada sampai besar), katagori kelas 3 menempati rerata 80 persen dari tiap sub-DAS, dan kelas 4 menempati areal 10 persen. Dari empat kelas daerah rawan banjir, katagori kelas 3 mempunyai rataan 65 persen dari tiap sub-DAS, dan kelas 4 sekitar 20 persen. Berpijak dari kombinasi ketigakondisi di atas –DAS kritis, rawan banjir dan rawan longsor—sesungguhnya lingkungan fisik di Jawa sudah rusak/kritis. Apabila musim hujan, sebagian besar sawah akan banjir dan longsor. Sebaliknya, sawah akan kekeringan di musim kemarau. Rutinitas banjir dan longsor akan membuat padi puso, DAS dan jaringan irigasi rusak. Tanpa rehabilitasi tutupan hutan, pembangunan waduk, dam, dan sarana irigasi ketersediaan air terancam. Tanpa ketersediaan air yang memadai, usaha meningkatkan indeks pertanaman akan sulit. Dengan mengombinasikan usaha-usaha struktural dan non-struktural akan memungkinkan kita membangun sistem pertanian pangan yang adaptif terhadap perubahan iklim. Sistem pertanian pangan yang adaptif tersebut setidaknya akan bisa menjadi perisai petani agar tidak terlalu menderita akibat dampak perubahan iklim.

VI. PENUTUP

Sampai saat ini, sekitar dua pertiga warga miskin di Indonesia atau lebih dari 20 juta jiwa berada di perdesaan. Mereka mengandalkan

hidupnya dari bekerja di sektor pertanian. Keberhasilan berusahatani ditentukan oleh unsur-unsur cuaca/iklim, khususnya curah hujan, suhu udara, dan energi radiasi surya, yang semua itu tidak sepenuhnya bisa dikendalikan. Di masa depan, anomali dan perubahan iklim adalah keniscayaan. Petani yang gurem, pendidikan yang rendah, dan jerat kemiskinan membuat kemampuan mereka melakukan adaptasi iklim amat rendah. Ini semua bakal membuat petani yang miskin akan semakin miskin. Diperlukan usaha adaptasi dan mitigasi agar mereka tak terlalu menderita. Salah satunya, membangun sistem pertanian pangan adaptif perubahan iklim.

Untuk membangun sistem pertanian pangan yang adaptif terhadap perubahan iklim bisa dilakukan dengan upaya-upaya struktural maupun nonstruktural. Upaya-upaya nonstruktural setidaknya meliputi lima langkah, yaitu pemetaan komoditas di berbagai wilayah sesuai iklim; mengembangkan aneka jenis dan varietas tanaman yang tahan terhadap cekaman iklim; aplikasi informasi iklim sebagai dasar menyusun perencanaan dan pengambilan keputusan, terutama pola tanam; mengembangkan teknologi pengolahan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman; dan mengembangkan sistem perlindungan usahataninya dari kegagalan akibat perubahan iklim.

Adaptasi terhadap perubahan iklim tidak cukup tanpa berbagai usaha struktural. Upaya-upaya struktural itu mencakup perbaikan dan pembangunan sarana dan prasarana, seperti saluran drainase, bangunan pengendali banjir, waduk dan sarana irigasi, pengembangan teknologi pemanenan air hujan (embung dan parit), rehabilitasi wilayah tutupan hujan, perluasan lahan baru, dan menghentikan konversi lahan pertanian ke non-pertanian. Dengan mengombinasikan usaha-usaha struktural dan non-struktural akan memungkinkan membangun sistem pertanian pangan adaptif terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. dan Djamil S.D. 2006. Long Term Rainfall Trend of The Brantas Catchment Area, East Java. *Indonesia Journal of Geography* 38:26-40.
- Anonim. 2007. *Status Lingkungan Hidup Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Arifin, Bustanul. 2011. Antisipasi terhadap Perubahan Iklim, *Kompas*, 24 Januari 2011.
- Apriyantono, Anton. 2008. Kebijakan Pemerintah Menghadapi Gejolak Pangan Global. Makalah disampaikan *Seminar Serikat Petani Indonesia*. 14 Mei 2008. Jakarta.
- Barus, Baba, Suria Darma Tarigan, dan Manijo. 2009. Status Lingkungan Fisik dan Penggunaan Lahan di Jawa dalam Kaitan Keamanan Pangan. *Di dalam Tarigan, Suria Darma et. al. (eds), Strategi Penanganan Krisis Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Boer, Rizaldi. 2010. Membangun Sistem Pertanian Pangan Tahan Perubahan Iklim. *Prisma*. Vol. 29. 81-92.
- Boer, Rizaldi, A. Buono, Sumaryanto, E. Surmaini, W. Estiningtyas, M. A. Rataq, A. Perdinan, A. Pramudia, Rahman, K. Kartikasai, dan Fitiyani. 2009. *Pengembangan Sistem Prediksi Perubahan Iklim untuk Ketahanan Pangan*. Laporan Penelitian Konsorsium Peneliti Keragaman dan Perubahan Iklim. Departemen Pertanian. Bogor.
- Boer, Rizaldi. 2009. Sekolah Lapang Iklim Antisipasi Risiko Perubahan Iklim. *Salam* 26: 8-10.
- Gafar, Sapuan. 2007. Ancaman dan Tantangan Swasembada Beras. *Kedaulatan Rakyat*, 17-18 Januari 2007.
- Gandasasmita, Karmini, Widhya Adhy, dan Sukmara. 2009. *Hasil Unggulan Penelitian Sumberdaya Lahan Pertanian 2003-2008*. Departemen Pertanian. Jakarta
- Handoko, I., Sugiarto, Y., Syaukat, Y. 2008. *Keterkaitan Perubahan Iklim dan Produksi Pangan Strategis : Telaah kebijakan independen dalam bidang perdagangan dan pembangunan*. SEAMEO BIOTROP untuk Kemitraan

- Handoko, I. 2011. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Perubahan Iklim untuk Pengentasan Warga Miskin. Makalah disampaikan pada *Seminar Nasional KOMPAS "Korupsi yang Memiskinkan"*. 21-22 Februari di Hotel Santika. Jakarta.
- IPPC. 2007a. *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.
- IPPC. 2007b. *Mitigation of Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.
- IPPC. 2007c. . Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.
- Irianto, Gatot. 2003. *Banjir dan Kekeringan: Penyebab, Antisipasi dan Solusinya*. Universal Pustaka Media. Bogor.
- Irianto, Gatot. 2010. Road Map Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Kementerian Pertanian. Jakarta. *Kompas*, 23 Juni 2007.
- Khudori. 2002. Gagal Panen dan Kemalangan Petani. *Sinar Harapan*, 13 Februari 2002.
- Khudori. 2009. Memandang El-Nino sebagai Berkah. *Kompas*, 11 Agustus 2009.
- Las, Irsal. 2007. Strategi dan Inovasi Antisipasi Perubahan Iklim, *Sinar Tani*, 14-20 Nopember 2007.
- Murdiyarsa, Daniel. 2003. Protokol Kyoto: Implikasinya Bagi Negara Berkembang. *Kompas*. Jakarta.
- Ministry of Environment. 2007. *Indonesian Country Report: Climate Variability and Climate Change and Their Implications*. Ministry of Environment. Jakarta.
- Parfit, Michael. 2005. Energi Masa Depan. *National Geographic*, Agustus 2005.
- Runtuwuu, E., dan H. Syahbuddin. 2007. Perubahan Pola Curah Hujan dan Dampaknya terhadap Potensi Periode Masa Tanam. *Jurnal Tanah dan Iklim* No 26: 1-12.
- Stern, Nicholas. 2006. *The Economics of Climate Change: Stern Review*.
- Ruskandar, Ade, Sri Wahyuni, Shri Hari Mulya, dan Tita Rustiati. 2008. Respons Petani di Pulau Jawa Terhadap Benih Bersertifikat. *Di dalam Bambang Suprihatno dkk. (eds) Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi Menunjang P2BN*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Jakarta.
- Wahyunto. 2005. *Lahan Sawah Rawan Kekeringan dan Kebanjiran di Indonesia*. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Wiyono, Suryo. 2009. Perubahan Iklim, Pemicu Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman. *Salam* 26: 22-23.
- Tschirley, J. 2007. Climate Change Adaptation: Planning and Practices. *Power Point Keynote Presentation of FAO Environment, Climate Change, Bioenergy Division*, 10-12 September, Rome.

BIODATA PENULIS :

Khudori, dilahirkan di Lamongan, 20 Februari 1968. Lulus dari Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember tahun 1994. Selain jurnalis ia seorang penulis. Pernah jadi peneliti *Institute for Global Justice* (IGJ), dan Tenaga Ahli DPR. Anggota Asosiasi Ekonomi-Politik Indonesia (AEPI) dan anggota Pokja Ahli Dewan Ketahanan Pangan Pusat (2010-2014) ini meminati masalah sosial-ekonomi pertanian dan globalisasi. Telah menulis lebih 550-an artikel, menulis 6 buku, dan mengedit 12 buku. "*Ironi Negeri Beras*" (Yogyakarta: Insist Press, 2008) adalah bukunya yang terbaru. Tinggal di Pondokgede, Bekasi, 021-84973408, mobile: 08128023295.