

PERUBAHAN IKLIM DAN KETAHANAN PANGAN DI JAWA BARAT

(Climate Change and Food Security in West Java)

Oleh/By:

A.B.Suriadi

Peneliti Madya Balai Penelitian Geomatika BAKOSURTANAL

Jl. Raya Jakarta Bogor Km. 46, Cibinong

budiman6109@gmail.com

Diterima (received): 12 Januari 2010; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 5 Mei 2010

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perubahan iklim terhadap ketahanan pangan, walau demikian karena keterbatasan waktu, dilakukan simplifikasi sehingga hanya beberapa faktor saja yang dikemukakan. Faktor tersebut antara lain curah hujan, temperatur, produksi beras, serta aspek akses terhadap pangan yaitu masalah kemiskinan. Berdasarkan data dari Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) telah dilakukan analisis rata-rata curah hujan tiap 30 tahunan, hasilnya menunjukkan bahwa pola curah hujan Jawa Barat selama 90 tahun (1901-1990) tidak mengalami perubahan yang nyata. Akan tetapi dalam dua dekade terakhir (1991-2007) terjadi perubahan yang cukup berarti. Terlihat awal musim kering bergeser ke bulan Juli yang sebelumnya bulan Juni dan akhir musim kering bergeser ke bulan November. Curah hujan bulan September sampai Desember juga lebih rendah dari rata-rata 90 tahun sebelumnya, sedangkan rata-rata curah hujan bulan April-Juni lebih tinggi dari rata-rata 90 tahun sebelumnya. Penelitian ini belum sampai pada kesimpulan keterkaitan perubahan iklim dengan penurunan produksi beras dan ketahanan pangan. Namun demikian data menunjukkan bahwa terjadi penurunan produksi dalam dekade akhir-akhir ini. Penelitian ini menyajikan suatu fenomena yang perlu diteliti lebih lanjut mengenai peran perubahan iklim terhadap produksi beras dan dampaknya terhadap ketahanan pangan.

Kata kunci: Perubahan Iklim, Pergeseran Musim, Ketahanan Pangan.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of climate change on food security, however because of time constraints simplification should be made. Therefore only a few factors are presented which are rainfall, temperature, rice production, as well as the aspects of food inaccessibility due to poverty. Based on data from the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) who has conducted average rainfall every 30 years, the pattern of rainfall in West Java for 90 years (1901-1990) did not show real changes. However for the last two decades (1991-2007) there has been a significant change. It is shown that early dry season was shifted from month of June to July and the end of dry season was shifted to November. The amount of rainfall in September to December were below the average in 90 years, while average rainfall in April-June is higher than the previous 90 years. This research cannot yet achieve conclusion of the linkage of climate change with a decrease in rice production and food security. However, other data can indicate the declining trend of rice production in

recent decades. This research presents a phenomenon that needs to be further investigated regarding the role of climate change in rice production and its impact on food security.

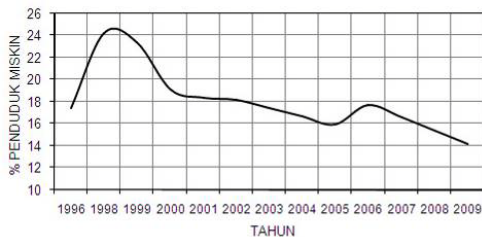
Keyword: Climate Change, Sifting Of Season, Food Security.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagai negara yang mempunyai penduduk keempat terbesar di dunia, Indonesia merupakan salah satu dari konsumen beras terbesar di dunia. Sebelum tahun 1984 Indonesia merupakan salah satu negara pengimpor beras terbesar (Harjono, 1991). Kemudian mampu mencapai swasembada pada tahun 1984. Namun hanya beberapa tahun saja kembali menjadi negara pengimpor beras sampai beberapa tahun belakangan ini.

Sejalan dengan *World Food Summit* (WFS) tahun 1996, komitmen *Milenium Development Goal* (MDG) Indonesia adalah menurunkan angka kemiskinan dan kelaparan menjadi setengahnya sampai tahun 2015. Berdasarkan data dari BPS tingkat kemiskinan di Indonesia tahun 1996 sekitar 17,4%, tahun 1998 naik jadi 24,23% karena krisis ekonomi, sampai Maret 2009 turun menjadi 14,15%. Untuk Jawa Barat sampai bulan Maret tahun 2009 penduduk miskin sekitar 11,96% atau sekitar 4,98 juta jiwa (BPS, 2009). Pemerintah Indonesia harus menurunkan jumlah penduduk miskin menjadi sekitar 8,7% sampai tahun 2015.



Gambar 1. Data kemiskinan penduduk Indonesia 1996 – 2009 (BPS, 2009)

Penduduk miskin di Indonesia tercatat sekitar 63,4 % berada di pedesaan

dengan mata pencaharian utama di sektor pertanian, 80% memiliki lahan lebih kecil dari 0,3 hektar (BPS 2007). Perubahan iklim tentu akan mengganggu pertanian tanaman pangan dan niscaya akan menurunkan produksi. Hal ini tentu akan berdampak terhadap ketahanan pangan Indonesia. Mungkin ketahanan pangan tidak bersifat konstan dan berlanjut, akan tetapi gangguan ketahanan pangan akan berdampak buruk terhadap kesejahteraan rakyat. Kekurangan pangan bisa berdampak pada rendahnya kapasitas generasi yang akan datang.

Tujuan penelitian

Menganalisis fenomena perubahan iklim dikaitkan dengan ketahanan pangan.

DAERAH PENELITIAN

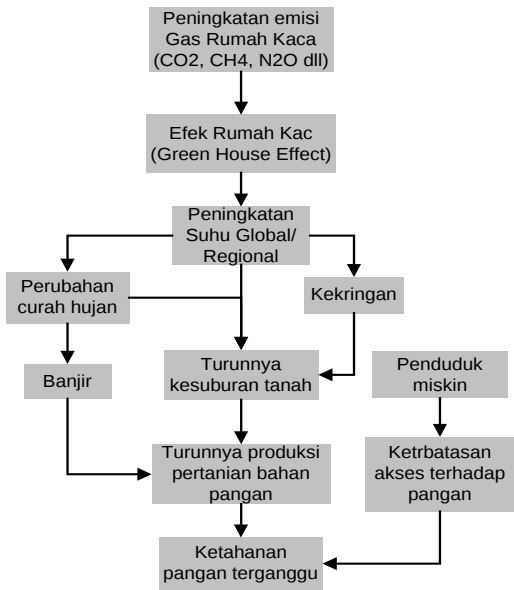
Daerah penelitian adalah Provinsi Jawa Barat. Data yang tersedia sudah banyak terutama data spasial dan data statistik.

METODOLOGI

Studi literatur guna mempelajari teori perubahan iklim dan dampaknya pada muka bumi, seperti kenaikan temperatur, perubahan curah hujan, pergeseran musim kemarau dan musim hujan dan kemungkinan efeknya terhadap produksi pertanian dan secara tidak langsung akan mempengaruhi ketahanan pangan. Dampak perubahan iklim terhadap ketahanan pangan. Bagaimana tingkat sosial ekonomi penduduk berpengaruh terhadap ketahanan pangan.

Pengolahan data iklim meliputi data curah hujan periode panjang 1901 sampai 2007. Data didapatkan melalui GPCC, IPCC. Pengolahan data podes dari BPS untuk memperkirakan sebaran spasial

kondisi sosial ekonomi penduduk melalui distribusi proporsi penduduk dengan kategori miskin. Data ketersediaan pangan didekati melalui jumlah produksi padi di tiap kabupaten di Jawa Barat. Secara skematis kerangka pikir dalam menganalisis data untuk penelitian ini dapat diilustrasikan seperti terlihat pada **Gambar 2**.



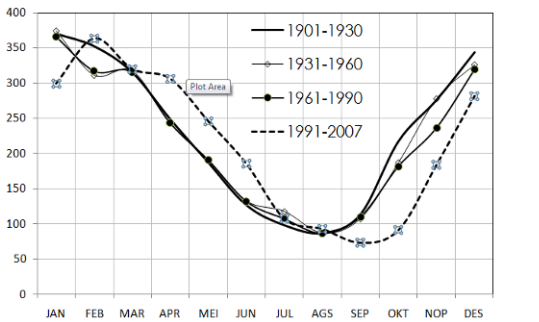
Gambar 2. Hubungan perubahan iklim, kemiskinan, dan ketahanan pangan

PENGOLAHAN DATA DAN HASIL CURAH HUJAN

Data curah hujan didasarkan pada data dari GPCC, dengan grid 0.5°x0.5° Lintang dan Bujur. Untuk Jawa Barat yang terletak antara 105° sampai 109° Bujur Timur dan antara 6° sampai 8° Lintang Selatan, terdapat sebanyak 34 poin data. Data kemudian dirata-ratakan setiap bulan sehingga didapatkan data curah hujan rata-rata bulanan Januari sampai Desember.

Secara grafis data curah hujan diplot dalam periode waktu 30 tahunan mulai dari 1901-1930, 1931-1960, dan 1961-1990, serta yang terakhir 1991-2007

(**Gambar 3**). Berdasarkan data periode 30 tahunan terlihat pola curah hujan Jawa Barat selama 90 tahun tidak mengalami perubahan yang nyata, ditunjukkan dengan grafiknya yang hampir berdempet, namun demikian dari tahun 1991 sampai tahun 2007 terlihat akhir musim kering bergeser ke bulan November (dengan asumsi musim hujan dengan curah hujan 150 mm per bulan), dan awal musim kering bergeser ke bulan Juli yang tadinya bulan Juni. Curah hujan September sampai Desember juga lebih rendah dari rata-rata 90 tahun sebelumnya.



Gambar 3. Grafik curah hujan (1901 – 2007)

Curah hujan tahunan dari tahun 1901 sampai 2007 berfluktuasi antara 2.000 sampai 3.500 mm, dan pada puncak-puncak ekstrim turun sampai 1.900 mm dan naik sampai 3.500 mm. Namun trennya menunjukkan penurunan sekitar 200 mm dari selama 107 tahun (**Gambar 4**). Namun demikian kalau diperhatikan grafik curah hujan bulanan penurunan tersebut baru terjadi pada dua dekade terakhir 1990-2007 untuk bulan-September–Desember, sebaliknya pada bulan April-Juni terjadi kenaikan.

Berdasarkan kenaikan suhu 0,4 °C dari tahun 1991-2000 dan kemungkinan sekitar 1°C sampai tahun 2010, maka ada potensi penurunan produksi padi di Jawa Barat sebesar kurang lebih 0,6 ton/ha. Demikian juga dengan pergeseran musim penghujan sekitar satu bulan maka akan berpotensi menurunkan produksi padi sekitar 500.000 sampai 600.000 ton, tentunya ini kalau tidak dilakukan adaptasi

teknologi. Kalau luas panen padi di Jawa Barat sebesar 1,847,106 hektar, dan 60% nya adalah sawah tadah hujan, maka luas panen yang akan terganggu sekitar 1.108.264 ha. Dengan penurunan 0,6 ton/ha berarti potensi penurunan produksi padi di Jawa Barat tanpa adaptasi teknologi adalah sekitar 664.958 ton. Kalau konversi padi menjadi beras sekitar 55%, maka setara dengan 365.726 ton.

Temperatur

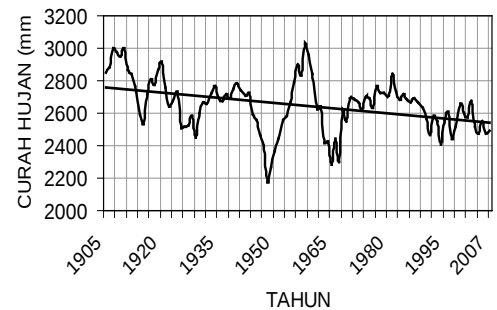
Data temperatur didapatkan melalui Climatic Rsearch Unit (CRU) bagian dari IPCC. Walaupun beresolusi tidak tinggi akan tetapi data ini dianggap cukup untuk studi regional. Data ini mempunyai resolusi temporal yang cukup, yaitu dari tahun 1901 sampai tahun 2000. Jadi kalau digunakan untuk melihat tren jangka panjang sudah cukup. Dataset ini tersedia dalam NetCDF (*.nc) dan GeoTIFF (GIS kompatibel) format. Secara spasial data ini sangat kasar yaitu 0.5 x 0.5 derajat lintang, bujur sehingga hanya baik diperlihatkan dalam skala kecil (skala global).

Gambar 5 memperlihatkan bahwa antara tahun 1901-1960 hanya sedikit kenaikan temperatur (sekitar 0.1 – 0.2 °C) sedangkan antara tahun 1961–1990 terjadi kenaikan suhu yang cukup signifikan terutama pada bulan April, Juli, Oktober, dan November, yaitu sekitar 0.6 sampai 0.8 °C, sedangkan antara tahun 1990 sampai tahun 2000 terjadi kenaikan temperatur rata-rata sekitar 0.2 sampai 0.4 °C. Temperatur maksimum mengalami kenaikan yang sangat signifikan yaitu antar 0.5 sampai 1°C.

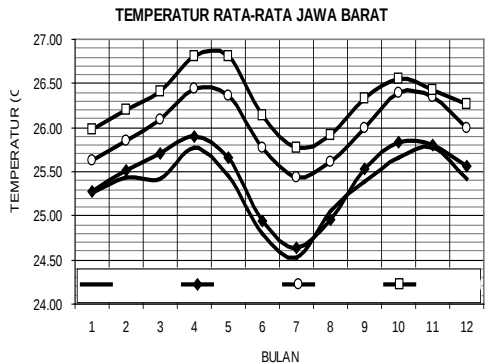
Data Kekeringan

Data kekeringan dapat dilihat dari jumlah hari hujan (HH), dalam data IPCC CRU, data jumlah hari hujan disebut *wet days*, dinyatakan dalam jumlah hari hujan tiap bulannya. Hari hujan adalah hari dengan curah hujan ≤ 0,1 in atau 2,5 mm. Untuk keperluan pertanian di daerah

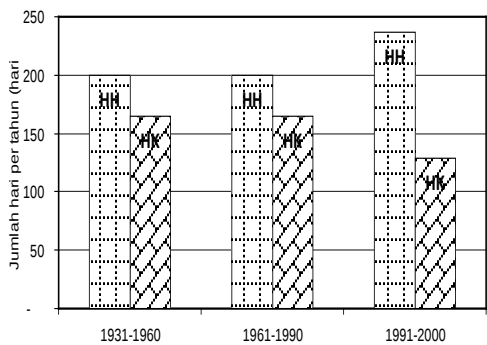
tropika biasanya yang disebut hari hujan adalah hari dengan curah hujan ≥ 6mm. Ini dikaitkan dengan evapotranspirasi rata-rata berbagai tanaman sekitar 6mm per hari. Kebalikan dari hari hujan adalah hari kering yaitu hari tidak terjadi hujan atau curah hujan ≤ 2,5 mm. Hari kering (HK) dihitung dengan pengurangan hari dalam bulan tertentu dengan jumlah HH. Misalnya bulan Januari $HK = 28 \text{ dikurangi } HH$. Data HK dari 3 periode waktu mulai dari 1931-1960, 1961 – 1990, dan 1991 – 2000 (**Gambar 6**). Pada gambar tersebut terlihat jumlah hari kering rata-rata perbulan semakin berkurang, periode 1931-1960 dan 1961- 1990 hari keringnya dari 5 sampai 18, sedangkan periode 1991-2000 terlihat agak sedikit berkurang yaitu dari 4 sampai 18 (bulan Juni) dan bulan-bulan lainnya lebih rendah dari dua periode sebelumnya.



Gambar 4. Kecenderungan curah hujan tahunan (1901-2007)



Gambar 5. Perubahan temperatur rata-rata harian (1901- 2000)

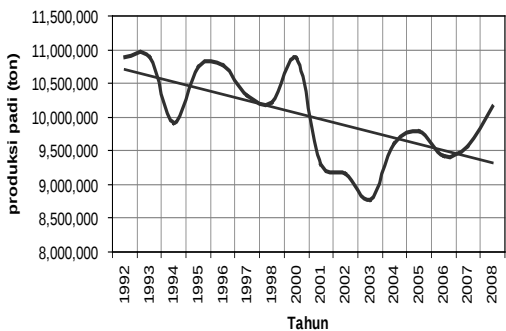


Gambar 6. Jumlah hari kering rata-rata di Jawa Barat.

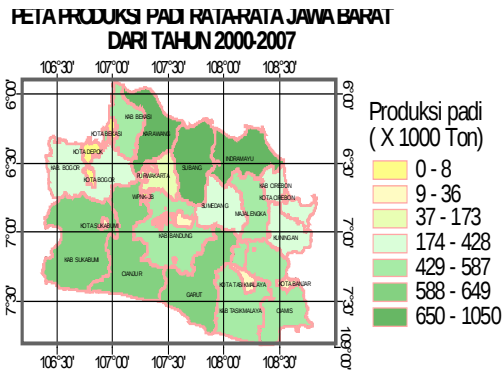
Data Produksi Padi

Berdasarkan data statistik pertanian Jawa Barat dari tahun 1992 s.d 2008 terlihat bahwa ada kecenderungan penurunan hasil produksi padi sekitar 1,5 juta ton selama kurun waktu 17 tahun (Gambar 7), atau rata-rata 88 ton per tahun. Penurunan produksi padi ini bisa disebabkan oleh menurunnya kinerja pertanian yang bisa disebabkan banyak hal dan ada kemungkinan oleh pengaruh pergeseran musim dan turunnya curah hujan, serta kenaikan temperatur sebagaimana diterangkan sebelumnya.

Gambar 8, menunjukkan bahwa Kab. Indramayu, Subang dan Karawang merupakan sentra produksi padi tertinggi di Jawa Barat. Namun demikian di tiga kabupaten ini terlihat pula sebaran penduduk miskin yang cukup tinggi (Gambar 9).



Gambar 7. Produksi padi di Jawa Barat pada periode 1992 -2008. (Sumber : Dinas Pertanian Jawa Barat)



Gambar 8. Peta Produksi padi per kabupaten di Jawa Barat.

Data Potensi Desa (Data PODES)

Data potensi desa adalah data statistik yang merupakan gambaran dari profil desa/kelurahan yang antara lain berisi data tentang kepadudukan dan ketenagakerjaan, lingkungan hidup, bencana alam, pendidikan dan kesehatan, kemiskinan dan program pengentasan kemiskinan. Walaupun data ini cukup tinggi spektrumnya namun ada kendala dalam kesesuaian dengan data spasial yang ada di BAKOSURTANAL. Kendala karena adanya beberapa pemekaran desa, sehingga misalnya dalam peta administrasi BAKOSURTANAL satu desa namun pada data PODES sudah jadi dua desa. Hal ini secara teoritis agak mengganggu hasil penelitian karena penelitian ini tidak membahas masalah peta secara mendalam namun yang penting gambaran spasialnya yang tidak begitu terganggu dengan hal tersebut karena sebagian besar data PODES dan data spasial BAKOSURTANAL banyak bersesuaian. Data PODES yang digunakan tahun 2006 dan 2008, dari sekian banyak informasi yang terhimpun telah dipilih informasi kemiskinan yang dikaitkan dengan kerawanan pangan.

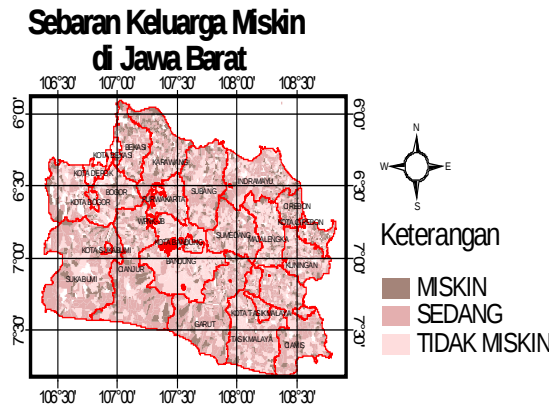
Data Kemiskinan

Kemiskinan menurut Kantor Menteri Negara Kependudukan/BKKBN (1996) adalah suatu keadaan dimana seseorang

tidak sanggup memelihara dirinya sendiri dengan taraf kehidupan yang dimiliki dan juga tidak mampu memanfaatkan tenaga, mental maupun fisiknya untuk memenuhi kebutuhannya. Berdasarkan kriteria tersebut maka miskin atau kurang sejahtera dalam pengertian Pembangunan Keluarga Sejahtera diidentikkan dengan kondisi keluarga sebagai berikut:

- a) Pra Sejahtera, adalah keluarga yang belum dapat memenuhi kebutuhan dasarnya secara minimal, seperti kebutuhan spiritual, pangan, sandang, papan, kesehatan, dan keluarga berencana.
- b) Keluarga Sejahtera I, adalah keluarga-keluarga yang telah dapat memenuhi kebutuhan dasarnya secara minimal, tetapi belum dapat memenuhi kebutuhan sosial dan psikologis, seperti kebutuhan pendidikan, interaksi dalam keluarga, interaksi dengan lingkungan tempat tinggal dan transportasi.

Data kemiskinan didapatkan melalui data PODES tahun 2006 yaitu proporsi keluarga pra sejahtera dan keluarga sejahtera I, dan data penerima askeskin pada data PODES tahun 2008. Baik keluarga pra KS, dan KS I dalam PODES 2006, maupun keluarga KK penerima ASKESKIN dalam PODES 2008 dapat dianggap sebagai keluarga miskin. Jumlah kepala keluarga (KK) dalam kategori ini adalah KK miskin. Untuk menyajikan dalam data spasial digunakan rasionya terhadap jumlah KK dalam satu desa/kelurahan, sehingga didapatkan prosentase (%) per desa (**Gambar 12**). Dalam peta ini keluarga miskin didasarkan pada data keluarga yang menerima Askeskin dalam PODES 2008. Terlihat bahwa sebaran KK miskin hampir merata di seluruh Jawa Barat, hanya di sekitar kota-kota besar yang kurang penduduk miskinnya (warna hijau di peta).



Gambar 9. Sebaran Keluarga miskin di Jawa Barat (PODES 2008)

Model Prediksi Kerawanan Pangan

Pendekatan

- a) Dalam penelitian ini ketahanan pangan didekati melalui tingkat kerawanan pangan. Tingkat kerawanan pangan didekati melalui tingkat produksi padi per kabupaten, dikonversi ke produksi beras, faktor konversi dari padi ke beras adalah 0,55. Jadi 1 ton padi menjadi 550 kg beras. Kemudian dihitung menjadi produksi beras per kapita pertahun untuk tiap kabupaten berdasarkan jumlah penduduk kabupaten, dengan asumsi bahwa produksi beras perkapita per tahun di suatu kabupaten berpengaruh terhadap ketersediaan pangan di kabupaten tersebut.
- b) Peta ini dijadikan peta kerentanan (*vulnerability*) terhadap pangan (peta indeks kerentanan pangan) dengan 5 tingkat, mulai dari tinggi sampai rendah. Semakin tinggi produksi per kapita per kabupaten semakin rendah tingkat kerentanan pangan (nilai indeks = 1) dan yang paling rendah produksi beras per kapita per kabupaten nilai indeks = 5.
- c) Peta kemiskinan, diturunkan dari data PODES tahun 2008. Persentase KK miskin per desa dijadikan dasar dalam membuat peta tingkat kemiskinan desa.

- d) Peta tingkat kemiskinan ini diasumsikan sebagai eksposur terhadap bahaya kerawanan pangan. Peta eksposur dinyatakan dalam 5 indeks mulai dari tinggi sampai rendah. Semakin tinggi persentase penduduk yang menerima ASKESKIN semakin tinggi tingkat kemiskinan desa tersebut (nilai indeksnya = 5, dan yang paling rendah prosentase
- e) penerima ASKESKIN nilai indeksnya = 1. Ketahanan pangan dapat dirumuskan seperti pada **Persamaan 1**.

**KP = Indeks Kerentanan Pangan X
Indek Kerantanan Penduduk(1)**

Dimana :

1. KP adalah Ketahanan Pangan.
2. Indek kerentanan pangan = klasifikasi produksi beras per kapita per kabupaten semakin tinggi produksi beras perkapita semakin rendah indek kerentanannya,
3. Indek prosentase KK miskin = klasifikasi desa berdasarkan persentase KK miskin didalamnya, semakin rendah persentase penduduk miskin di suatu desa semakin rendah indeksinya dan semakin tinggi persentase penduduk miskin semakin tinggi indeksinya.

Tabel 1 menunjukkan matrik dari *cross table* dalam penentuan ketahanan pangan.

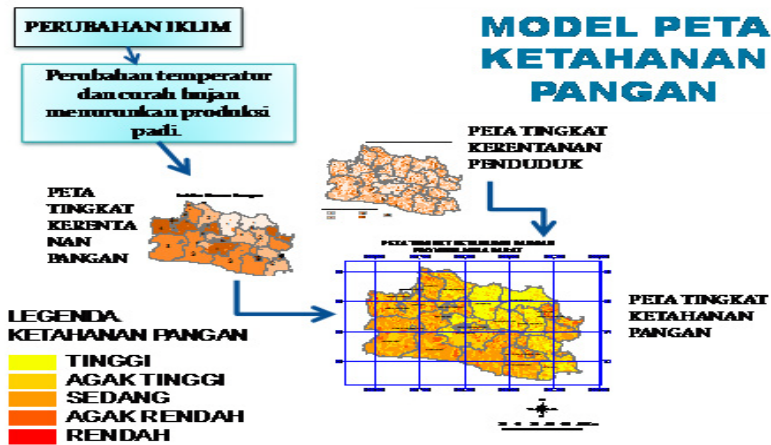
Tabel 1. Matrik Penentuan Ketahanan Pangan

Produksi beras perkapita (indeks kerentanan pangan)		Indek Tingkat kerentanan penduduk				
		1	2	3	4	5
amat rendah	1	1	2	3	4	5
rendah	2	2	4	6	8	10
sedang	3	3	6	9	12	15
tinggi	4	4	8	12	16	20
amat tinggi	5	5	10	15	20	25

Hasil perkalian dua indek ini didapatkan 25 tingkat mulai dari 1, peta ini disebut sebagai peta indeks ketahanan pangan, kemudian disederhanakan jadi 5 tingkat mulai dari rendah (nilai tertinggi) sampai tinggi (nilai terendah). Model prediksi ketahanan pangan adalah **Gambar 10**.

Diasumsikan perubahan iklim mempengaruhi produksi padi sebagaimana hasil penelitian yang telah dilakukan para ahli, yaitu 0,6 ton/ha turun kalau temperatur naik 1 derajat. Dengan turunnya produksi padi atau beras maka akan berdampak terhadap ketersediaan bahan pangan utama, sehingga akan menyebabkan kerentanan pangan. Kalau terjadi kerentanan pangan maka yang paling rawan terhadap kerentanan ini adalah penduduk miskin. Secara spasial persentase penduduk miskin di suatu desa dapat dianggap sebagai *exposur* terhadap bahaya kerentanan pangan. Sebagaimana rumus di atas Ketahanan Pangan diturunkan berdasarkan hasil perkalian Indek Kerentanan pangan x indek prosentase KK miskin, maka didapatkan matrik sebagai terlihat di atas.

Berdasarkan matrik tersebut kemudian direklasifikasi menjadi 5 tingkat ketahanan pangan, dimana indek yang terkecil adalah ketahanan pangan yang tertinggi. Penyebaran tingkat ketahanan pangan disajikan pada **Gambar 11**. Dari gambar tersebut terlihat bahwa Kab. Indramayu dan Subang ketahanan pangannya tinggi sampai agak tinggi, sedangkan kawasan Selatan dan Barat merupakan daerah yang ketahanan pangannya cenderung lebih rendah.



Gambar 10. Model Prediksi Ketahanan Pangan



Gambar 11. Peta Ketahanan Pangan Jawa Barat

KESIMPULAN

- Perubahan iklim yang terjadi di Jawa Barat terlihat pada pergeseran musim penghujan lebih kurang satu bulan dari awal bulan Oktober ke awal November, naiknya intensitas curah hujan pada bulan April, Mei, Juni dan turunnya intensitas pada bulan September, Oktober, November dan Desember.
- Temperatur rata-rata harian di Jawa Barat naik sekitar 1 sampai 1,4 °C dari tahun 1901 sd. tahun 2000, intensitas kenaikan tertinggi terjadi antara tahun 1991-2000 yaitu rata-rata 0,4 °C.
- Data jumlah hari hujan menunjukkan kenyataan bahwa frekuensi hari hujan per bulan selama 10 tahun terakhir lebih tinggi. Dengan demikian frekuensi hari kering lebih rendah, dapat diartikan musim kering tidak meningkat intensitasnya walaupun lebih panas.
- Terlihat kecenderungan turunnya produksi padi di Jawa Barat dari tahun 1992 – 2008, salah satu penyebabnya perubahan temperatur dan curah hujan.
- Kondisi kemiskinan penduduk yang dicerminkan per desa akan mempengaruhi keterjangkauan pangan oleh penduduk, dan akan berpengaruh terhadap ketahanan pangan.

SARAN

Perlu juga diteliti seberapa jauh pengaruh faktor perubahan iklim dan faktor antropogenik terhadap degradasi lahan/lingkungan, dampak degradasi lahan/ lingkungan terhadap kemiskinan dan ketahanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. Jakarta. 2009. *Berita Resmi Statistik 10 No. 43/07/Th. XII, 1 Juli 2009.*
- Dune T, dan Leopold B L. 1978. *Water in Environmental Planning*. W. H. Freeman and Co. San Francisco.
- Harjono, J. 1991. *Indonesian Resources, Ecology, and Environment*. Oxford University Press. Oxford New York.
- Irsal Las, E Sumarlin, dan A Ruslandar. 2008. *Antisipasi Perubahan Iklim: Inovasi Teknologi dan Arah Penelitian Padi di Indonesia*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Departemen Pertanian. Jakarta
- Meehl, et al. 2004. *Combinations of Natural and Anthropogenic Forcings in Twentieth-Century Climate*. National Center for Atmospheric Research. Boulder, Colorado.
- Naylor, R. 2007. *Climate Change Threatens Indonesian Agriculture*, <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/02/090220183111.htm>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan.
- Selby M. J. 1985. *Earth's Changing Surface. An Introduction to Geomorphology*. Clarendon Press. Oxford.
- Toto Subandriyo. 2009. *Membaca Peta Rawan Pangan di Jateng*, <http://cetak.kompas.com/read/xml/2009/03/05/>
-2009. *Jumlah Penduduk Miskin di Indonesia* <http://bandungbarat online.com>
- Wikipediabahasa Indonesia, ensiklopedia bebas, <http://id.wikipedia.org/> Gas rumah kaca.