



for a living planet®

KAJIAN PERUBAHAN IKLIM

Dampak Perubahan Iklim terhadap Habitat Orangutan



di koridor antara
Taman Nasional Betung Kerihun dan
Taman Nasional Danau Sentarum,
Kalimantan Barat, Indonesia

KAJIAN PERUBAHAN IKLIM

Dampak Perubahan Iklim terhadap Habitat Orangutan



di koridor antara
Taman Nasional Betung Kerihun dan
Taman Nasional Danau Sentarum,
Kalimantan Barat, Indonesia

Kajian Perubahan Iklim

Dampak perubahan iklim terhadap habitat orangutan di koridor antara Taman Nasional Betung Kerihun dan Danau Sentarum, Kalimantan Barat

Penulis: Yan Firdaus

Penyunting: Nugroho Nurdikiawan, Chrisandini, Verena Puspawardani

Draft awal dari laporan ini telah mendapatkan masukan dari Heru Santoso, dan Ibnu Sofyan. Masukan penting terkait substansi berasal dari Fitrian Ardiansyah, Ari Muhammad, Chaerul Saleh, Hermayani Putera, Albertus Tjiu dan Muhammad Suhud.

Desain dan tata letak: Yudhi Prasetya

Desain sampul: Arief Darmawan

Kredit foto sampul: ©WWF-Indonesia/Budi Suryansyah, Chairul Saleh, Jimmy Syahirsyah, Sugeng Hendratno

Diterbitkan pada Februari 2010

Laporan ini tersedia secara elektronik pada www.wwf.or.id. Untuk permintaan versi cetak dan informasi lainnya, silakan hubungi climate@wwf.or.id

Dokumen ini dicetak dengan dukungan dana dari WWF-Swiss. Isi dari dokumen menjadi tanggung jawab penulis dan bukan mewakili pandangan dari WWF-Swiss.

Daftar Isi

Daftar Pustaka

Bab 1. Pendahuluan

- 1.1. Latar Belakang: Iklim, Ekologi Hutan, dan Orangutan.....
- 1.2. Tujuan.....

Bab 2. Metodologi

- 2.1. Skenario Emisi.....
- 2.2. Data Downscaling.....
- 2.3. Perhitungan Water Surplus dan Volume Storage.....
- 2.4. Diagram Alir Penelitian.....
- 2.5. Wilayah Penelitian.....

Bab 3. Hasil dan Pembahasan

- 3.1. Analisis Perubahan Iklim.....
 - 3.1.1. Proyeksi Temperatur.....
 - 3.1.2. Proyeksi Curah Hujan.....
- 3.2. Analisis Ketersediaan Air.....

Bab 4. Kesimpulan

Daftar Pustaka

Daftar Istilah

Dipterocarp:

Merupakan salah satu familia dalam filogeni tumbuhan. Banyak ditemukan di hutan tropis.

Downscaling Methods:

Metode yang dikembangkan untuk mendapatkan resolusi yang lebih halus atau data cuaca berskala lokal dari resolusi yang lebih kasar atau data cuaca berskala regional hingga global.

Efek Coriolis:

Gerakan benda yang terdeviasi terhadap sumbu trayektorinya yang terjadi di luar daerah khatulistiwa akibat rotasi bumi.

Ekologi:

Ilmu yang mempelajari distribusi, kehidupan, dan interaksi antara suatu organisme dengan lingkungannya.

El Niño:

Sistem osilasi laut-atmosfer yang terjadi di daerah Pasifik tropis yang berdampak pada cuaca dunia. Untuk Indonesia, El Niño menyebabkan kekeringan dan mundurnya musim hujan.

Evapotranspirasi:

Jumlah penguapan dan transpirasi yang berasal dari tumbuhan dari permukaan bumi sampai ke atmosfer.

Grid:

Bagian dari permukaan dua dimensi yang membagi permukaan tersebut menjadi sel-sel yang lebih kecil.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change):

Badan internasional yang mengkaji perubahan iklim.

Monsoon:

Angin yang bertiup secara musiman dengan kriteria tertentu pada lintang tertentu. Untuk Pulau Jawa, Monsoon Barat menyebabkan musim hujan, sedangkan Monsoon Timur menyebabkan musim kering.

Proyeksi:

Kondisi atau keadaan sesuatu yang terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pengaruh-pengaruh variabel lainnya.

Recharge:

Proses pengisian kembali, dalam hal ini adalah air tanah.

Skenario Emisi:

Skenario ilmiah yang digunakan untuk melihat perkembangan emisi gas rumah kaca dalam jangka waktu tertentu.

Volume Storage:

Jumlah air yang tersimpan di tanah, sebagai hasil dari infiltrasi.

Water Harvesting:

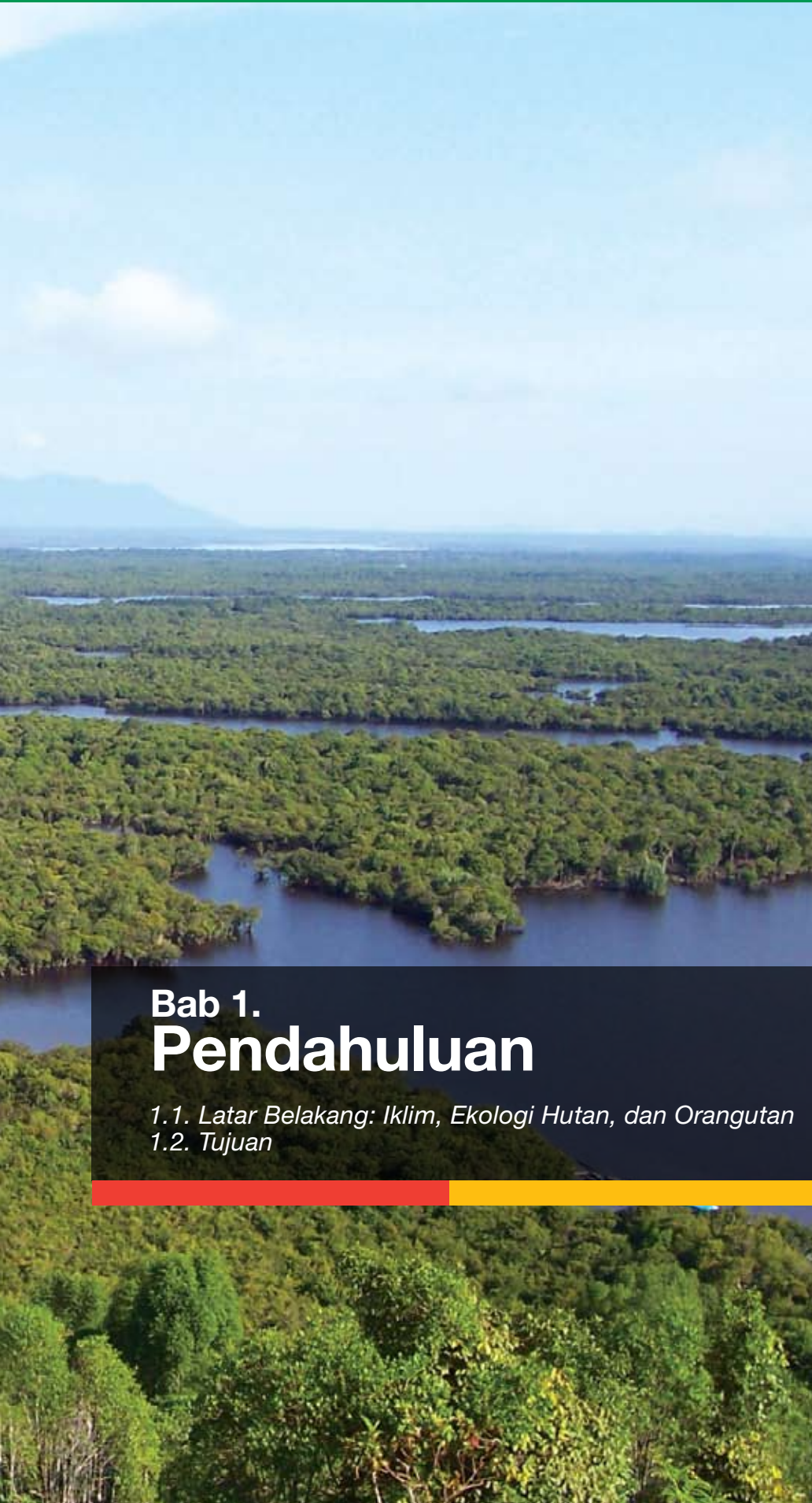
Kegiatan menampung dan menyimpan air hujan, untuk kemudian digunakan pada musim yang lain untuk keperluan irigasi dan keperluan manusia serta hewan.

Water Surplus:

Kelebihan air yang berasal dari air hujan dalam model kesetimbangan air yang diperoleh dari jumlah curah hujan dikurangi evapotranspirasi.



Pemandangan Danau Sentarum Taman Nasional, Kalimantan Barat, Indonesia
© WWF-Indonesia/Budi Suryansyah



Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang: Iklim, Ekologi Hutan, dan Orangutan
1.2. Tujuan

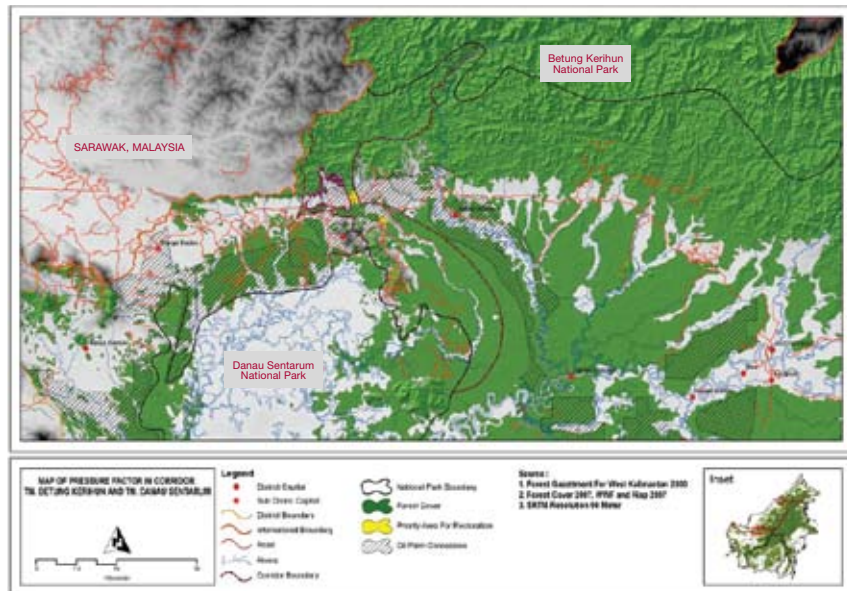


Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang: Iklim, Ekologi Hutan, dan Orangutan

Taman Nasional Betung Kerihun dan Taman Nasional Danau Sentarum merupakan habitat orangutan di Kalimantan Barat. Keberadaan orangutan di wilayah Taman Nasional Danau Sentarum saat ini terancam dengan tingginya laju konversi hutan dan lahan. Sementara itu habitat orangutan di wilayah Taman Nasional Betung Kerihun relatif terjaga. Untuk menjaga kelangsungan hidup orangutan, untuk menghubungkan kedua taman nasional tersebut perlu dipertimbangkan melakukan konservasi kawasan koridor tersebut. Dengan demikian diharapkan ruang jelajah orangutan akan menjadi semakin luas karena mereka bisa menyeberang antara dua taman nasional. Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk mempelajari kesesuaian kawasan koridor sebagai habitat orangutan. Situasi habitat orangutan di koridor tersebut sangat tergantung kepada daya dukung lingkungannya, terutama kepada keberadaan dan ketersediaan air di wilayah taman nasional.

Ketersediaan air di alam sangat bergantung dengan kondisi fisis dan biologis di tempat tersebut. Menurut model neraca air, jumlah air di alam adalah tetap (Zhang et al., 2008).



Gambar 1.1. Peta Koridor Taman Nasional Betung Kerihun dan Taman Nasional Danau Sentarum.

Oleh karena itu sumber pengisian ulang air di alam berasal dari air meteorik. Selain itu kondisi tata guna lahan suatu daerah juga akan mempengaruhi temperatur permukaan daerah tersebut (Herb et.al, 2008). Secara umum, interaksi antara faktor meteorologi dan kondisi fisis daratan akan sangat mempengaruhi kondisi ketersediaan air di kedua taman nasional tersebut.

Kondisi iklim Indonesia yang memiliki curah hujan sepanjang tahun menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara di dunia yang memiliki hutan hujan tropis yang luas dan sangat beragam. Pola hujan Indonesia yang dipengaruhi oleh monsoon dan pola kekeringan yang dipengaruhi oleh El Nino membuat ekologi hutan di daerah Kalimantan bersifat unik. Pepohonan yang berada di kawasan hutan tersebut berbuah secara musiman pada musim basah. Namun ada juga spesies pohon tertentu terutama dari family

Diptero carpaceae yang berbuah sekali dalam 4-5 tahun, dan dikenal sebagai masa berbuah massal. Hal ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh El Nino yang mempunyai periode ulang 5-7 tahunan.

Orangutan dan spesies hewan lainnya telah beradaptasi terhadap hutan Indonesia yang dipengaruhi oleh pola cuaca regional yang menjadi bagian dari iklim dunia. Siklus musim sangat penting dalam menghasilkan pasokan makanan bagi orangutan dan spesies pemakan buah (frugivora) lainnya.

Seperti ciri khas curah hujan Indonesia yang selalu mengalami hujan setiap bulannya, hutan tropis di Kalimantan juga mengalami kondisi yang sama. Namun akhir-akhir ini kondisi kekeringan di daerah hutan Kalimantan sering terjadi. Hal ini terkait dengan berubahnya pola kejadian El Nino yang menjadi semakin pendek yaitu 3-5 tahunan. Kondisi ini akan mempengaruhi masa berbuah yang kemudian akan mempengaruhi kelangsungan hidup orangutan. Kebakaran hutan tahun 1997 membuktikan hal tersebut, selain menderita kelaparan, ribuan orangutan mengalami kematian akibat kebakaran tersebut. Berdasarkan laporan IPCC Working Group III tahun 2000, dan Fourth Assessment Report (AS4) diketahui bahwa iklim di dunia ini telah berubah, dan akan mengalami kenaikan temperatur sampai dengan 4°C pada tahun 2100. Kondisi ini akan mempengaruhi kondisi meteorologis lainnya termasuk faktor hidrologis (Trabucco et.al, 2008). Selain itu telah diketahui pula bahwa perubahan iklim memberikan dampak langsung terhadap kenaikan evapotranspirasi.

Perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan masa berbuah bagi spesies pohon tertentu yang

akibatnya dapat mengganggu kehidupan orangutan. Selain itu, perubahan iklim dapat menyebabkan terjadinya kerusakan habitat orangutan seperti kebakaran hutan dan banjir. Oleh karena itu, perubahan iklim memegang peranan penting dalam menentukan kelangsungan hidup orangutan. Perubahan iklim akan menyebabkan berubahnya distribusi temperatur dan curah hujan. Perubahan kedua variabel meteorologi tersebut akan mempengaruhi perubahan masa berbuah, sehingga masa berbuah akan semakin terbatas. Kondisi ini akan menyebabkan berkurangnya populasi orangutan.



©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah



©WWF-Indonesia/Bambang Bider



© WWF-Indonesia/Budi Suryansyah



©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah

Selain itu El Nino akan selalu menjadi ancaman bagi kelangsungan hidup orangutan. Data menunjukkan bahwa 33% populasi orangutan di Kalimantan berkurang akibat kebakaran hutan pada tahun 1990an (Rijksen & Meijaard 1999 in Cawthon Lang KA. 2005).

Orangutan mempunyai kebiasaan hidup untuk menjelajah dan juga tergantung dengan ketersediaan pakan (terutama buah-buahan),

menjadikan kondisi basah dan lembab sebagai salah satu faktor pembatas kehidupan orangutan. Fenomena alam seperti El Nino, ataupun terjadinya perubahan suhu, curah hujan dan pergeseran musim akan mempengaruhi daya hidupnya. Oleh karena itu, perlu diadakan kajian mengenai perubahan iklim di daerah koridor Taman Nasional Betung Kerihun – Taman Nasional Danau Sentarum yang akan menjadi acuan untuk kajian lebih lanjut mengenai dampak perubahan iklim, baik langsung maupun tidak langsung, terhadap kelangsungan hidup orangutan.

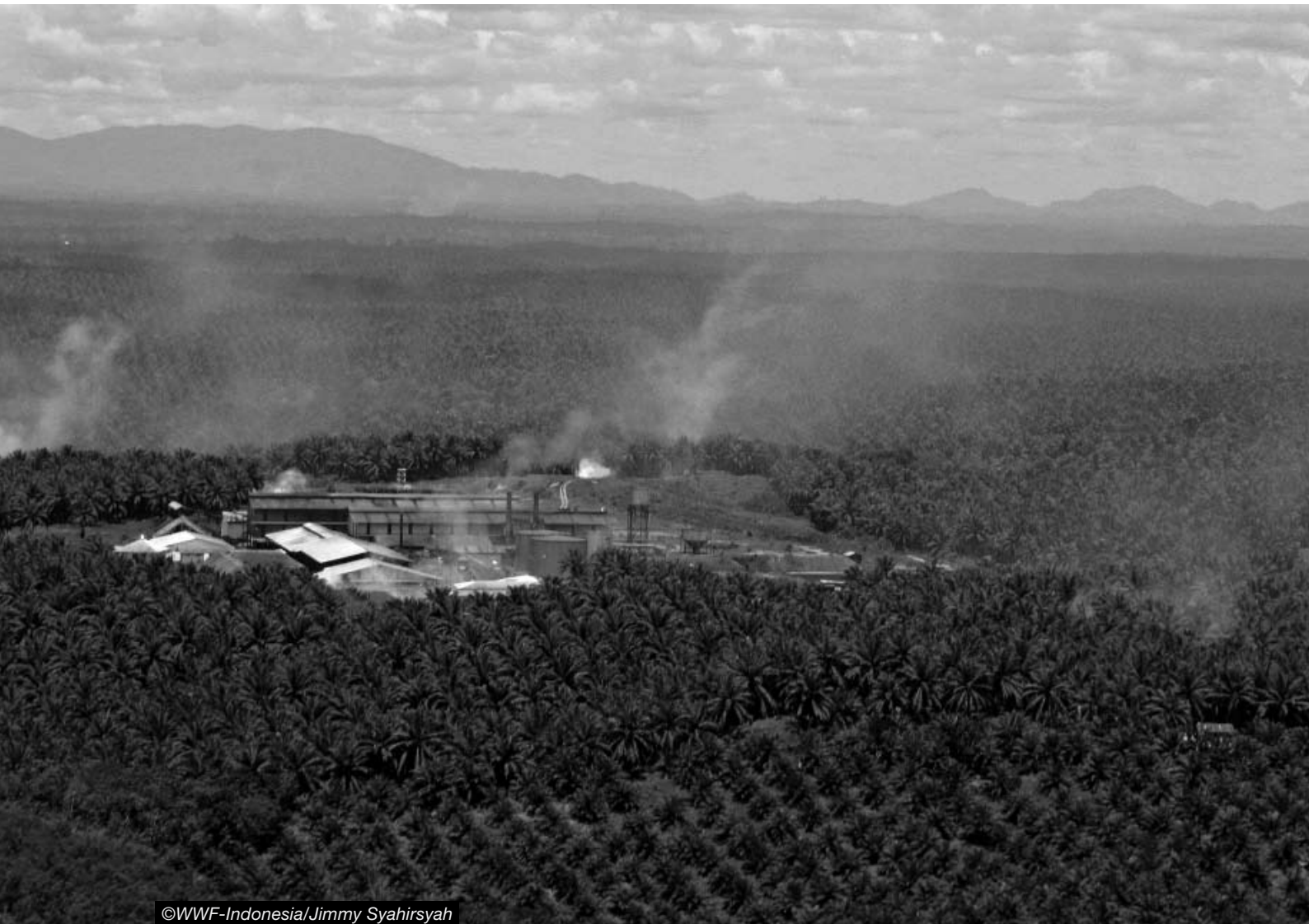
“Data menunjukkan bahwa 33% populasi orangutan di Kalimantan berkurang akibat kebakaran hutan pada tahun 1990an” (Rijksen & Meijaard 1999 in Cawthon Lang KA. 2005)

1.2. Tujuan

Adapun tujuan umum dari penelitian ini adalah melihat dampak perubahan iklim terhadap kawasan koridor antara Taman Nasional Betung Kerihun dan Danau Sentarum sehingga dapat dilakukan langkah-langkah adaptasi yang diperlukan, agar wilayah tersebut layak sebagai habitat orangutan dan dapat berfungsi menjadi penghubung kedua taman nasional.

Sementara tujuan khusus yang akan dicapai adalah:

1. Membuat proyeksi perubahan curah hujan dan temperatur sampai dengan 100 tahun ke depan dengan menggunakan tiga skenario perubahan iklim.
2. Mengetahui dampak perubahan faktor-faktor iklim tersebut terhadap kondisi hidrologis sederhana dengan menggunakan model kesetimbangan air F.J. Mock untuk melihat *water surplus* dan *volume storage* sebagai dampak perubahan iklim.



©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah



"Ngerinan" yaitu kegiatan pengambilan ikan diwaktu kemarau, oleh masyarakat Desa Empangau, Kapuas Hulu.



Bab 2. Metodologi

- 2.1. Skenario Emisi
- 2.2. Data Downscaling
- 2.3. Perhitungan Water Surplus dan Volume Storage
- 2.4. Diagram Alir Penelitian
- 2.5. Wilayah Penelitian

Bab 2. Metodologi



©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah

Untuk mengetahui perubahan beberapa unsur iklim seperti yang disebutkan pada bagian Pendahuluan, penelitian ini menggunakan tiga skenario berbeda berdasarkan model yang dikeluarkan oleh MRI (Meteorological Research Institute) Jepang. Model ini dipilih karena memiliki data dari variabel yang dikaji dari seluruh skenario tersebut. Tidak semua model memuat variabel yang diinginkan dari skenario yang digunakan. Kondisi ini bisa dikonfirmasi dengan melihat situs IPCC Data Center yang didukung oleh M&D (Model and Data Group) dari Max Planck Institute for Meteorology. Skenario yang digunakan dalam

penelitian ini adalah skenario A1B, A2, dan B1 yang diambil dari SRES (Special Report on Emission Scenarios) yang dikeluarkan oleh IPCC. Setiap skenario tersebut memiliki penekanan dan skenario perubahan sosioekonomi yang berbeda-beda. Namun model yang digunakan ini mempunyai kekurangan yaitu resolusi data yang besar, yaitu $2,8125^\circ$ untuk longitude dan $2,767^\circ$ untuk latitude.

Data asli tanpa modifikasi *grid* tidak akan memperlihatkan hasil untuk melihat kondisi perubahan iklim daerah penelitian. Oleh karena itu, diperlukan teknik *downscaling* untuk memperkecil *grid* data tersebut, sehingga daerah koridor Taman Nasional Betung Kerihun – Danau Sentarum dapat terlihat dengan jelas. Setelah diperoleh data dengan resolusi yang lebih tinggi, maka analisis dampak perubahan iklim dapat dilakukan.

2.1. Skenario Emisi

Skenario emisi menentukan jumlah emisi global gas rumah kaca yang dihasilkan aktivitas manusia sehingga hal ini tergantung pada kondisi sosial ekonomi dunia di

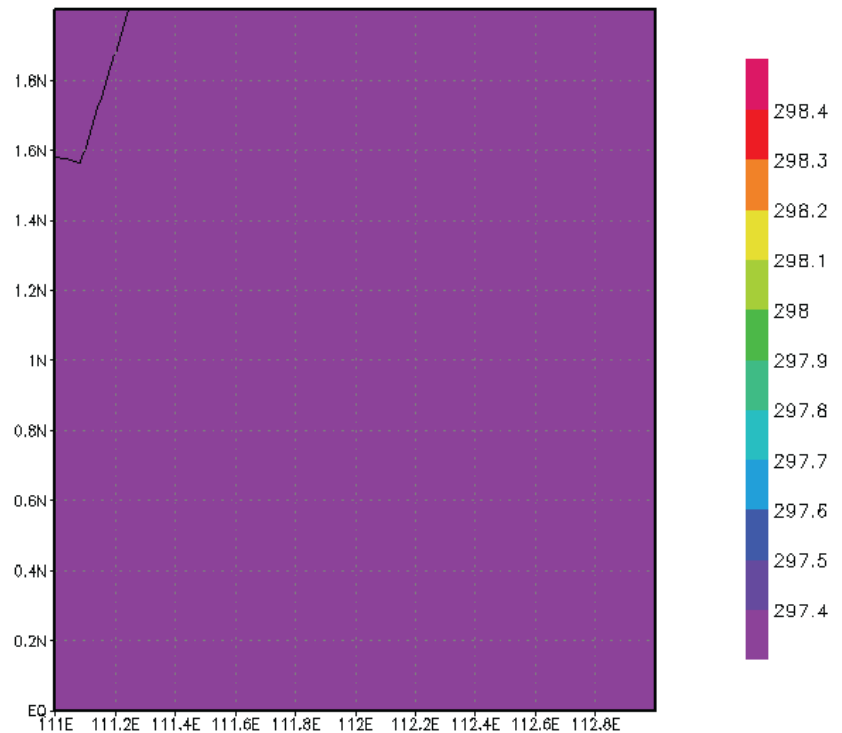
masa yang akan datang. Skenario yang digunakan pada penelitian ini diambil dari SRES (Special Report on Emissions Scenarios) yang dikeluarkan oleh IPCC:

1. A1B menggambarkan dunia masa depan dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang pesat, tingkat pertumbuhan penduduk rendah, dan adanya insentif bagi teknologi yang efisien.
2. A2 dengan menggambarkan dunia yang sangat heterogen, dengan identitas kedaerahan yang semakin tajam dengan penekanan pada tradisi lokal dan nilai-nilai kekeluargaan. Menurut skenario ini, tingkat pertumbuhan penduduk tinggi, namun memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi rendah.
3. B1 dengan menggambarkan dunia yang konvergen, dengan pertumbuhan penduduk yang sama dengan A1, namun dengan perubahan yang mencolok pada pertumbuhan ekonomi di bidang pelayanan dan informasi.

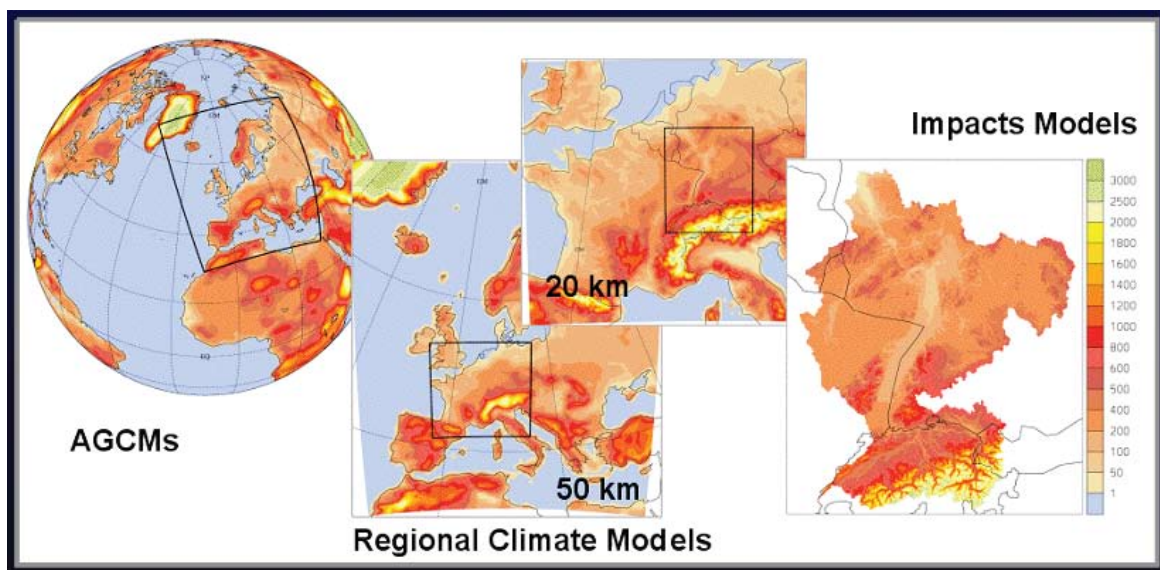
2.2. Data Downscaling

Data dengan *grid* yang besar tidak bisa memperlihatkan daerah yang kecil dengan jelas. Data asli memiliki *grid* $2,8125^\circ \times 2,767^\circ$ sehingga bila tidak diolah, tidak akan memperlihatkan kondisi suatu daerah yang kecil, seperti Danau Sentarum dan Taman Nasional Betung Kerihun (lihat Gambar 2.1).

Gambar 2.2 memperlihatkan data tanpa proses penajaman *grid*, sebuah proses yang lazim disebut *downscaling*. Ada dua macam proses *downscaling*, yaitu *statistical downscaling* dan *dynamical downscaling* (Haylock et al., 2005). Namun dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *statistical downscaling* dengan pendekatan model *regresi non linear* dan *bicubic interpolation* sebagai dasar ketelitian data. Model regresi dilakukan untuk memvalidasi data model dengan data pengamatan yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang berasal dari stasiun pengamatan yang tersebar di Kalimantan Barat.



Gambar 2.1. Grid asli data yang digunakan.



Gambar 2.2. Contoh data downscaling dari data global menjadi regional (Haylock et al, 2005).

2.3. Perhitungan Water Surplus dan Volume Storage

Variabel yang dipakai sebagai acuan ketersediaan air adalah *water surplus* dan *volume storage*. Perhitungan variabel hidrologi tersebut didasarkan pada model kesetimbangan air F.J. Mock. Untuk menghitung *water surplus*, diperlukan jumlah evapotranspirasi harian, sehingga dalam makalah ini perhitungan evapotranspirasi dihitung berdasarkan persamaan Penman-Monteith. Model F.J. Mock sengaja dipakai

karena dianggap cocok dengan kondisi iklim dan lingkungan Indonesia (FAO, 1973). Sedangkan *volume storage* dihitung berdasarkan *water surplus* dan asumsi infiltrasi yang mungkin terjadi.

$$WS = CH - E_{to}$$

$$V = 1/2(K+1)I + K \times V_{n-1}$$

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

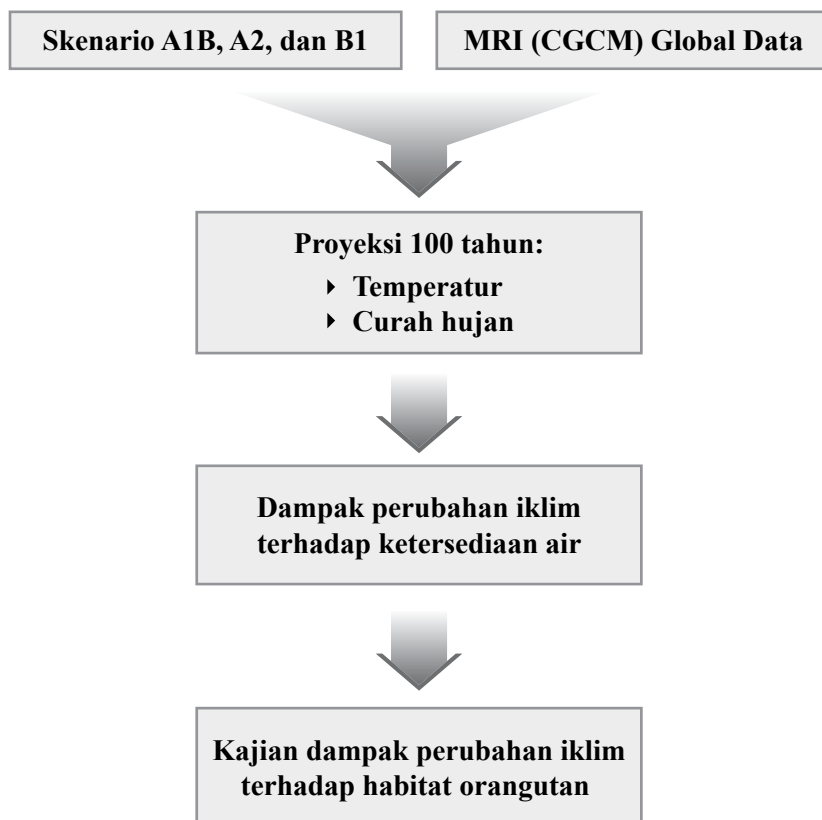
Dengan :

WS	: water surplus	T	: temperatur harian rata-rata (°C)
V	: volume storage	u ₂	: kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m s ⁻¹)
K	: konstanta limpasan jenis tanah	es	: tekanan uap jenuh (kPa)
CH	: curah hujan (mm)	ea	: tekanan uap aktual (kPa)
E _{to}	: evapotranspirasi (mm/hari)	Δ	: slope kurva tekanan uap (kPa °C ⁻¹)
R _n	: net radiasi (MJ m ⁻² day ⁻¹)	γ	: konstanta psychometric (kPa °C ⁻¹)
G	: densitas fluks panas tanah (MJ m ⁻² day ⁻¹)		



2.4. Diagram Alir Penelitian

Secara singkat dan sederhana keseluruhan metodologi yang dilakukan dapat dilihat melalui diagram alir di bawah ini.



Gambar 2.3. Diagram alir penelitian

2.5. Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian ini adalah koridor di antara Taman Nasional Betung Kerihun (TNBK) dan Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS) yang terletak di Kalimantan Barat dengan koordinat sebagai berikut $0^{\circ} - 2^{\circ}$ LU dan $111^{\circ} - 113^{\circ}$ LS. Luas wilayah penelitian mencapai 9.216 km² meliputi sebagian wilayah TNDS dan TNBK dan wilayah di antara dua taman nasional tersebut.





Sungai di pedalaman Taman Nasional Betung Kerihun

© WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah

A photograph of a river flowing over rocks in a lush forest. The water is white and foamy as it cascades over the rocks. The surrounding forest is dense with green foliage. The image is used as a background for the title page.

Bab 3. Hasil dan Pembahasan

- 3.1. Analisis Perubahan Iklim
 - 3.1.1. Proyeksi Temperatur
 - 3.1.2. Proyeksi Curah Hujan
- 3.2. Analisis Ketersediaan Air

Bab 3. Hasil dan Pembahasan



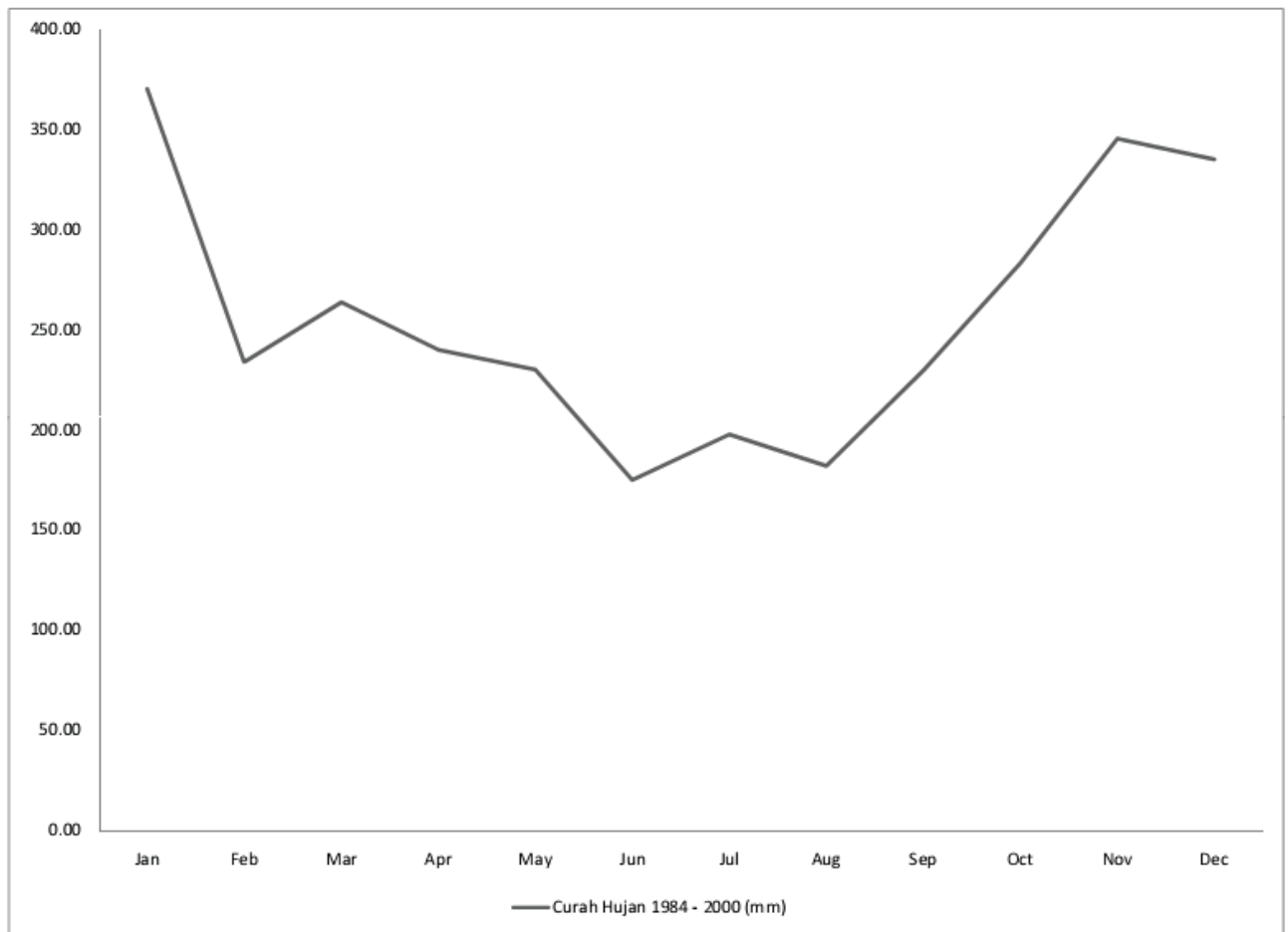
Perubahan iklim ditandai dengan perubahan dua unsur iklim penting, yaitu temperatur dan curah hujan. Perubahan temperatur akan menyebabkan perubahan variabel atmosfer lainnya, yang pada akhirnya akan menyebabkan perubahan curah hujan. Perubahan curah hujan dapat terjadi secara spasial, temporal, maupun spasio temporal. Perubahan curah hujan secara spasial akan mengubah distribusi curah hujan di suatu tempat berkurang dan di tempat lain bertambah. Hal ini mungkin terjadi karena teori siklus hidrologi tertutup yang mengatakan bahwa jumlah air di dunia adalah tetap, sehingga untuk tetap menjaga kesetimbangannya apabila ada penambahan curah hujan di suatu tempat, tentu di tempat lain akan terjadi pengurangan curah hujan. Perubahan curah hujan secara temporal dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan datangnya musim, atau mengubah lamanya sebuah musim, sehingga kemungkinan yang terjadi adalah musim basah terjadi lebih singkat namun dengan intensitas hujan tinggi (di atas normal) dan musim kering terjadi lebih lama tanpa hujan sama sekali. Kondisi demikian juga akan memenuhi kondisi kesetimbangan air menurut siklus tertutup. Dan kemungkinan terakhir adalah terjadinya perubahan, baik secara spasial dan temporal.

Sebelum mengkaji perubahan iklim di masa yang akan datang, terlebih dahulu dibahas mengenai kondisi iklim daerah penelitian. Hal terpenting yang perlu diketahui dari kondisi iklim adalah pola curah hujan dan temperatur 10 tahun terakhir. Namun, sesuai dengan laporan IPCC AR4 diketahui bahwa kondisi iklim yang menjadi acuan adalah hingga tahun 2000. Maka berdasar acuan tersebut, kondisi iklim daerah penelitian dilihat berdasarkan rata-rata dari tahun 1984 sampai dengan tahun 2000. Sementara bulan yang menjadi acuan perbandingan dalam penelitian ini adalah bulan Januari, April, dan Juli. Bulan Januari adalah perwakilan monsoon barat, bulan Juli adalah perwakilan monsoon timur, sedangkan April adalah perwakilan musim peralihan.

Gambar 3.1 memperlihatkan pola curah hujan daerah penelitian dari tahun 1984 hingga 2000. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa pola curah hujan wilayah penelitian adalah pola monsoonal yang memiliki ciri curah hujan maksimum pada periode DJF (Desember, Januari, Februari) dan curah hujan minimum pada periode JJA (Juni, Juli, Agustus). Curah hujan tahunan adalah 3085,34 mm sedangkan curah hujan Januari, April, dan Juli adalah 807,91 mm. Kondisi ini tidak lazim, mengingat posisi geografis daerah penelitian berada di sekitar khatulistiwa. Pola curah hujan daerah ekuator seharusnya memiliki tipe curah hujan ekuatorial (Bayong, 1999), namun berdasarkan data pengamatan, pola itu tidak terlihat. Pola curah hujan ekuatorial memiliki ciri adanya curah hujan maksimum dalam 1 tahun, yaitu biasanya pada saat matahari berada di puncak khatulistiwa pada bulan Maret dan September. Sedangkan curah hujan minimum biasanya terjadi pada bulan Januari dan Juli.

©WWF-Indonesia/Sugeng Hendratno





Gambar 3.1. Pola curah hujan rata-rata bulanan daerah penelitian berdasarkan data pengamatan BMKG tahun 1984 sampai dengan tahun 2000.

Tabel 3.1 memperlihatkan temperatur rata-rata bulanan daerah penelitian dari tahun 1984 hingga 2000. Temperatur maksimum terjadi pada bulan Mei sebesar 27,24°C, sedangkan temperatur minimum terjadi pada bulan Januari sebesar 25,97°C. Rata-rata tahunan temperatur adalah 26,59°C dan nilai maksimum kedua adalah 26,72°C yang terjadi pada bulan Oktober. Sedangkan rata-rata untuk bulan Januari, April, dan Juli adalah 26,51°C. Kondisi ini menunjukkan kondisi yang umum terjadi pada daerah ekuator. Pola temperatur daerah ekuator memiliki dua kali nilai maksimum, yaitu pada bulan April dan Oktober (Bayong, 1999). Hal ini terjadi karena jejak panas yang ditinggalkan matahari ketika mulai bergerak menjauhi ekuator.

Data pengamatan curah hujan di daerah penelitian menunjukkan kondisi yang cukup unik (karena tidak mengikuti pola di daerah ekuator) di daerah penelitian, sehingga secara sepintas dapat dikatakan bahwa daerah penelitian memiliki kondisi lokal yang dominan. Kondisi seperti ini tidak terjadi di daerah lain, sehingga dalam analisis juga diperlukan analisis tata guna lahan yang kemungkinan berperan besar dalam pembentukan kondisi unik tersebut.

Tabel 3.1. Temperatur rata-rata bulanan daerah penelitian berdasarkan data pengamatan tahun 1984 sampai dengan tahun 2000.

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur (°C)	25,97	26,22	26,48	26,87	27,24	27,08	26,68	26,72	26,57	26,72	26,36	26,16

3.1. Analisis Perubahan Iklim

Unsur iklim yang diproyeksikan dalam penelitian ini adalah temperatur dan curah hujan. Laporan kajian ketiga IPCC tahun 2001 menyebutkan bahwa ada indikasi peningkatan temperatur dalam kurun waktu kurang lebih 100 tahun terakhir (1900-1990). Meningkatnya temperatur disebabkan oleh peningkatan gas rumah kaca (GRK) di atmosfer sebagai akibat aktivitas manusia.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa perubahan iklim, khususnya peningkatan temperatur, dapat secara langsung dan kuantitatif mempengaruhi kondisi sumber daya air suatu daerah (Holman, 2006). Beberapa metode telah dipakai untuk mengkuantifikasi dampak perubahan iklim terhadap sumber daya air, diantaranya menggunakan model neraca air (Lubis dan Permadhi, 2008; Kruger et al., 2001; Arnell, 1998) dan model distribusi kompleks lainnya, yang menggunakan beberapa variabel dengan nilai konstan, kecuali untuk variabel curah hujan dan temperatur.

Kajian perubahan iklim dan dampaknya pada variabel lain, seperti ketersediaan air, penting untuk dilakukan karena air adalah sumber utama kehidupan. Tanpa air yang cukup, pohon-pohon akan mengalami kekeringan atau tidak berbuah sepanjang tahun, sehingga pasokan makanan akan berkurang. Selain itu, untuk orangutan yang sangat tergantung terhadap daya dukung hutan dalam menyediakan bahan makanan, analisis ketersediaan air sangat penting diketahui, sehingga perkiraan pasokan makanan sampai dengan 100 tahun ke depan dapat diperkirakan. Dalam kajian ini, yang dibahas adalah dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air dan ancaman yang mungkin timbul terhadap keberlangsungan hidup orangutan di Taman Nasional Betung Kerihun – Danau Sentarum.

©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah



©WWF-Indonesia/Jomandiloka

“Kajian perubahan iklim dan dampaknya pada variabel lain seperti ketersediaan air penting untuk dilakukan karena air adalah sumber utama kehidupan”

3.1.1. Proyeksi Temperatur

Proyeksi temperatur dilakukan dengan menggunakan tiga skenario secara terpisah, yaitu A1B, A2, dan B1 yang dikembangkan oleh IPCC. Proyeksi yang dilakukan bersifat bulanan sejak tahun 2001 hingga 2100 relatif terhadap tahun 2000, sesuai dengan acuan pada *IPCC Fourth Assessment Report (AR4) Synthesis Report*. Pada penelitian ini analisis dilakukan berdasarkan data proyeksi bulan Januari, April, dan Juli tahun 2010, 2050, dan 2100. Bulan Januari, April, dan Juli digunakan sebagai acuan penelitian karena mewakili tiga musim di Indonesia yang dipengaruhi oleh monsoon. Musim basah diwakili oleh bulan Januari, musim kemarau oleh bulan Juli, dan musim peralihan diwakili oleh bulan April. Satuan temperatur yang digunakan adalah derajat Celsius. Sedangkan tahun 2010 dipilih menjadi sampel analisa karena menjadi dekade awal sejak *baseline*, sehingga perubahan antara *baseline* dan kondisi 10 tahun ke depan dapat diketahui. Sedangkan, tahun 2050 diambil karena menjadi pertengahan abad dalam kurun waktu *baseline* hingga tahun 2100. Dan, tahun 2100 jelas dijadikan acuan analisa karena proyeksi yang dilakukan IPCC adalah per seratus tahun (IPCC, 2001), sehingga perlu melihat kondisi pada tahun 2100.

Gambar 3.2 memperlihatkan kondisi temperatur bulan Januari berdasarkan skenario A1B, A2, dan B1. Untuk tahun 2010, 2050, dan 2100. Warna biru menunjukkan daerah dengan temperatur lebih rendah sedangkan warna merah menunjukkan daerah yang lebih panas. Ketiga skenario menunjukkan pola temperatur spasial yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan asumsi yang digunakan oleh tiap skenario. Variabel utama dalam tiap skenario adalah pertumbuhan penduduk, pertumbuhan dan kebijakan ekonomi, serta perkembangan teknologi.

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa seluruh skenario memperlihatkan konsistensi dalam posisi daerah lebih panas dan lebih dingin. Skenario A1B menunjukkan bahwa daerah yang lebih dingin adalah daerah timur area penelitian, dan daerah barat merupakan daerah yang lebih panas. Hal ini konsisten terjadi hingga tahun 2100, sedangkan Skenario A2 memperlihatkan kondisi yang sedikit berbeda. Daerah lebih dingin berada di timur laut area penelitian sedangkan daerah yang lebih panas berada di sebelah barat daya. Skenario B1 menunjukkan kemiripan kondisi temperatur secara spasial dengan skenario A1. Kondisi terpanas ditunjukkan oleh skenario A1, sedangkan temperatur paling dingin ditunjukkan oleh skenario A2. Tabel 3.2 menunjukkan bahwa tempe-

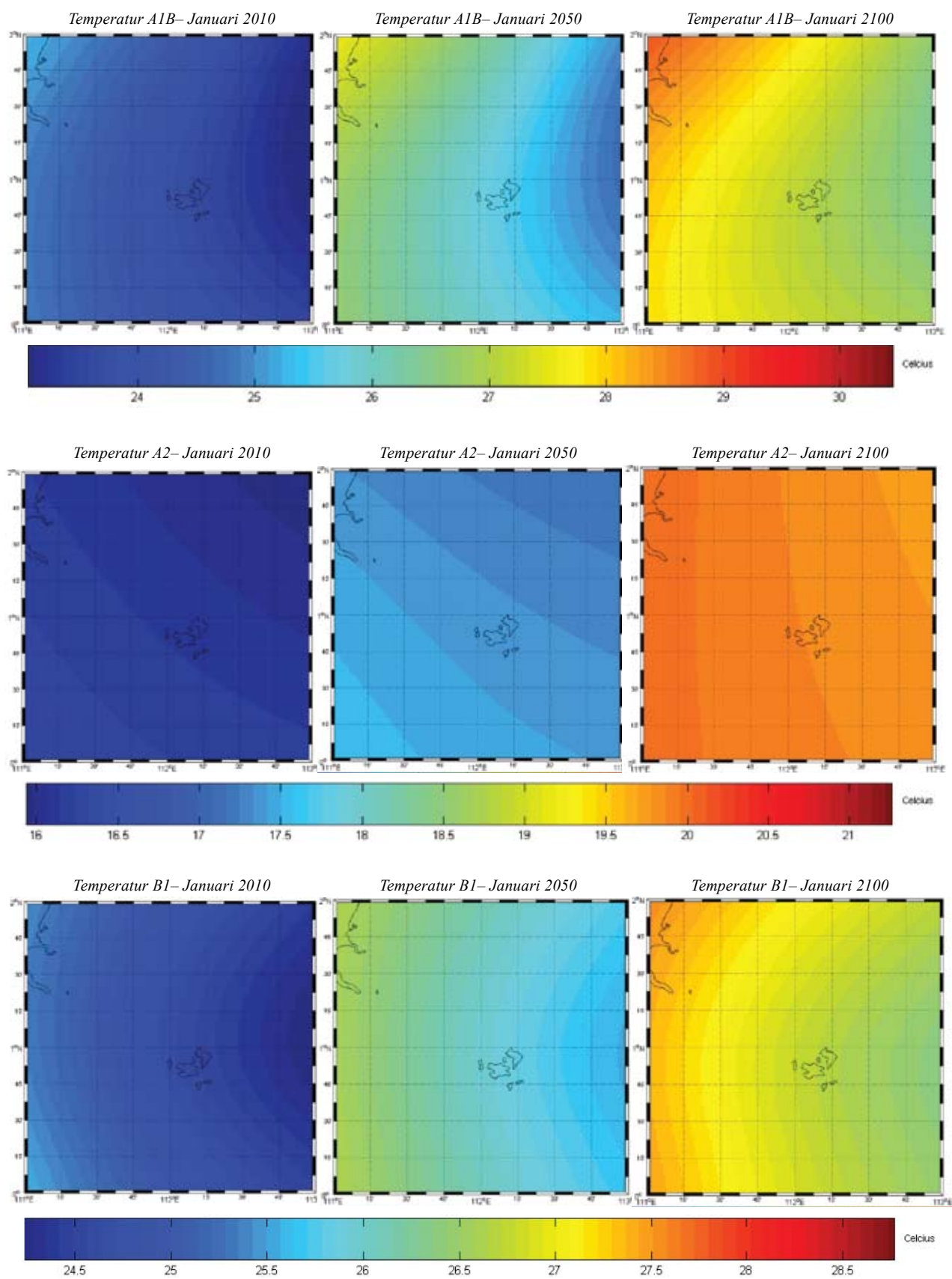
ratur A1B dan B1 memiliki rentang data yang mirip (rentang data 24 - 28° Celsius), sedangkan temperatur A2 menunjukkan rentang data yang berbeda (16-21° Celsius). Namun, dari segi kenaikan temperatur hingga 100 tahun ke depan, semua skenario menunjukkan kondisi yang serupa. Total kenaikan temperatur pada bulan Januari untuk tahun 2010 hingga 2100 berdasarkan skenario A1B adalah 3,44°C, skenario A2 sebesar 3,76°C dan skenario B1 sebesar 2,04°C.



©WWF-Indonesia/Marius Gunawan

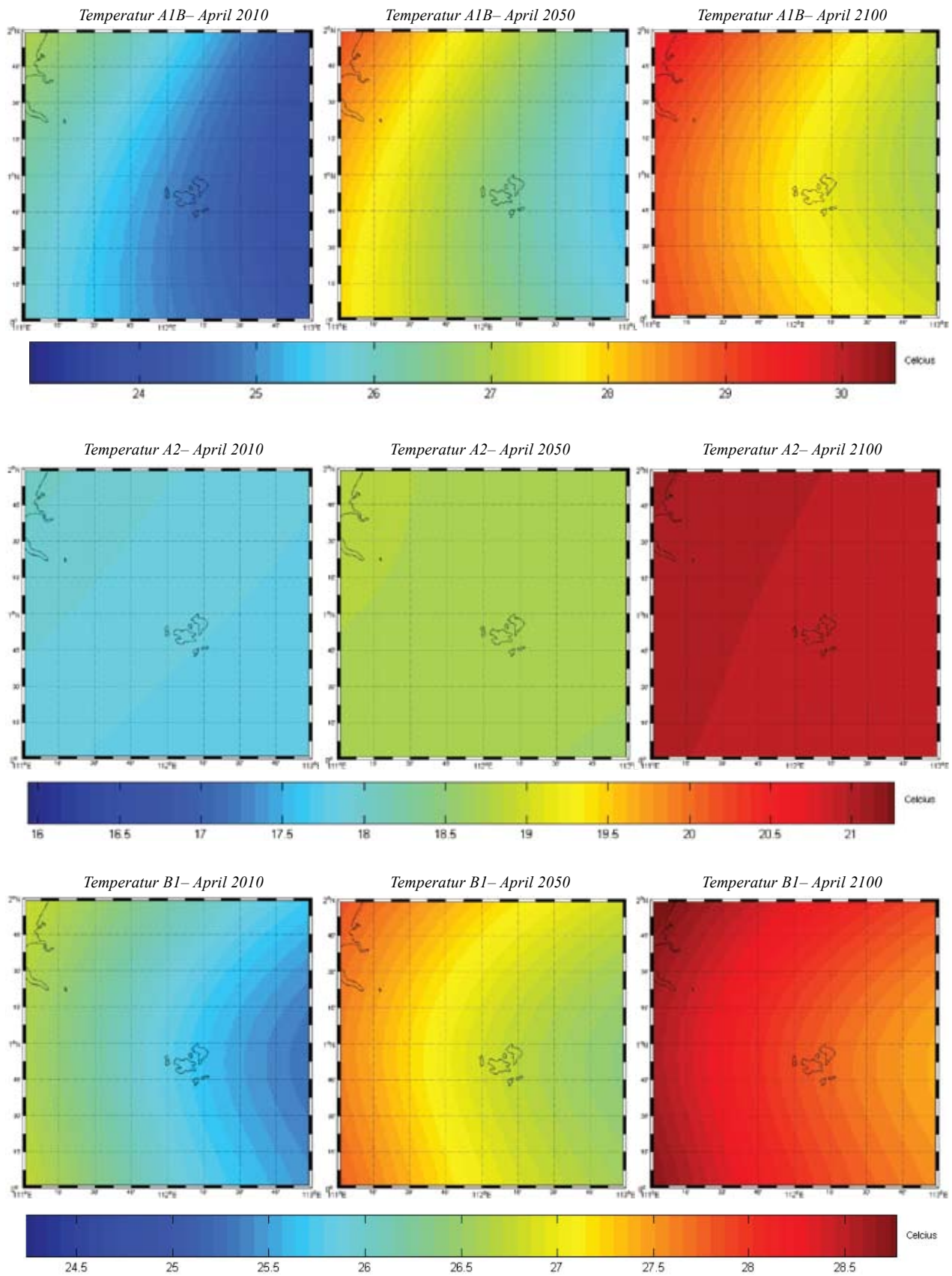


©WWF-Indonesia/Jimmy Syahrirsyah

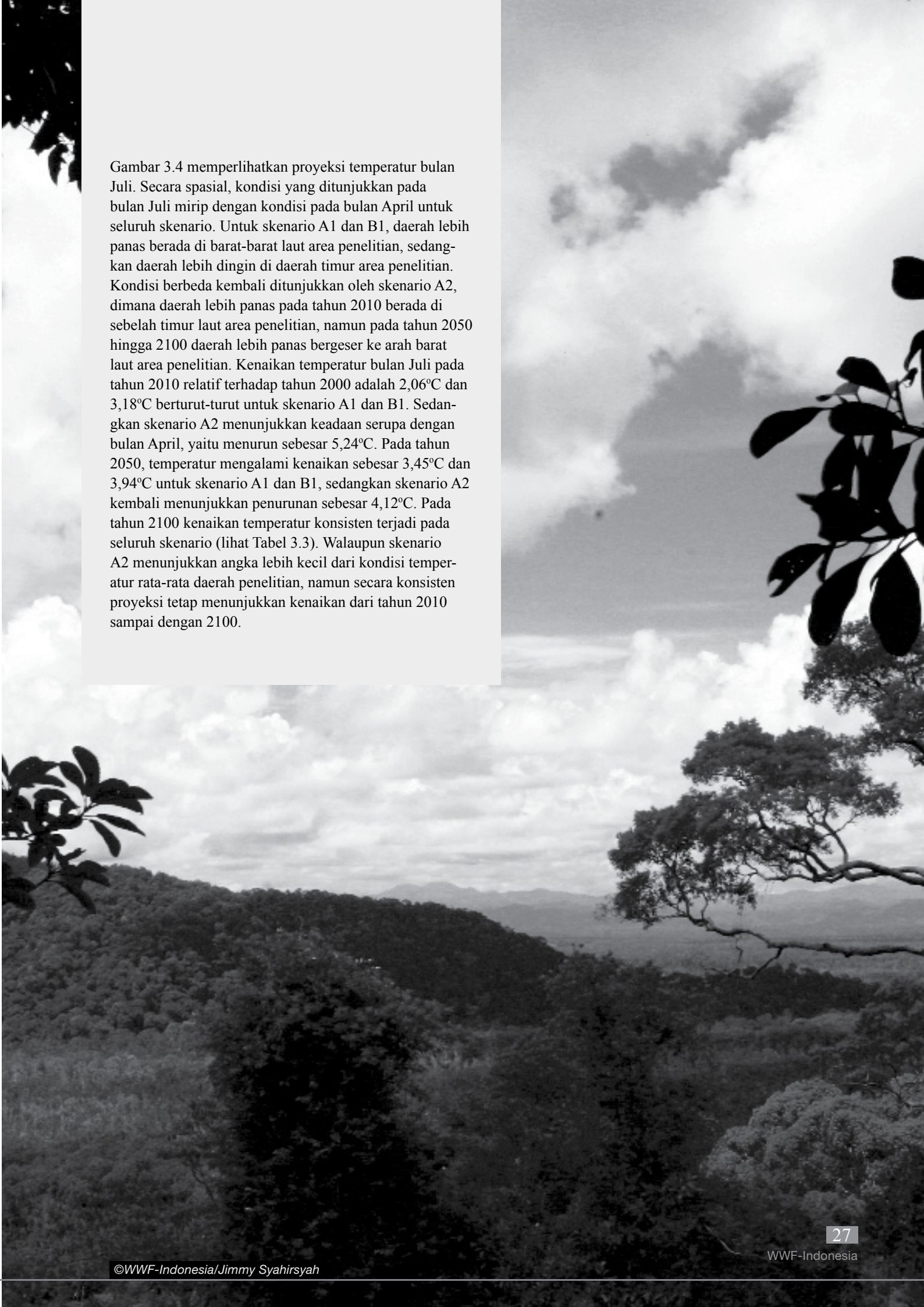


Gambar 3.2. Proyeksi temperatur bulan Januari tahun 2010, 2050 dan 2100 untuk skenario A1B, A1 dan B1.

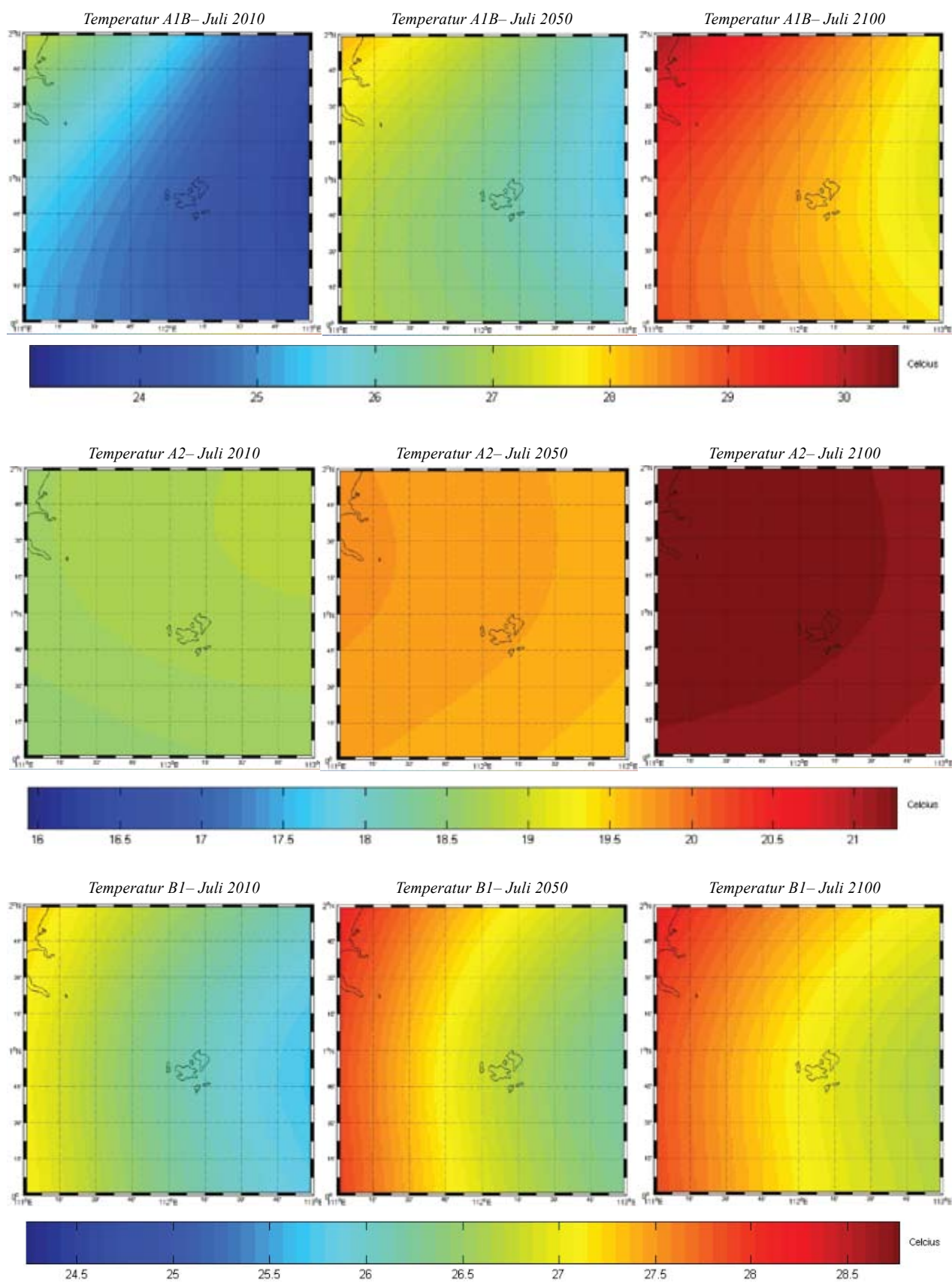
Kondisi temperatur untuk bulan April tahun 2010, 2050, dan 2100 berdasarkan skenario A1B, A2, dan B1 ditunjukkan oleh Gambar 3.3. Secara spasial terlihat jelas bahwa skenario A1B dan B1 menunjukkan konsistensi yang sama, yaitu daerah di barat laut area penelitian lebih panas, dan di sebelah timur lebih dingin. Skenario A2 menunjukkan kondisi yang menarik, dimana daerah lebih panas pada tahun 2010 berada di timur area penelitian, namun kemudian daerah lebih panas tersebut bergeser menjadi di barat laut area penelitian pada tahun 2050. Kondisi ini terus berlangsung hingga tahun 2100. Dan merupakan ancaman bagi hutan di wilayah tersebut, karena temperatur terkait erat dengan masa berbuah beberapa jenis tanaman. Bulan April terpanas pada tahun 2010 ditunjukkan oleh skenario B1, sedangkan pada tahun 2050 dan 2100 ditunjukkan oleh skenario A1. Secara relatif terhadap tahun 2000, bulan April pada tahun 2010 mengalami kenaikan sebesar 2,55°C dan 3°C berturut-turut untuk skenario A1 dan B1, sedangkan skenario A2 menunjukkan penurunan sebesar 5,54°C. Proyeksi temperatur yang ditunjukkan oleh skenario A2 sampai dengan tahun 2100 selalu lebih rendah dari rata-rata tahun 1984 hingga 2000. Untuk skenario A1 dan B1 pada tahun 2050 kenaikan temperatur berturut-turut adalah 4,44°C dan 4°C, sedangkan untuk tahun 2100 berturut-turut adalah 5,5°C dan 4,96°C.



Gambar 3.3. Proyeksi temperatur bulan April tahun 2010, 2050 dan 2100 untuk skenario A1B, A2 dan B1.



Gambar 3.4 memperlihatkan proyeksi temperatur bulan Juli. Secara spasial, kondisi yang ditunjukkan pada bulan Juli mirip dengan kondisi pada bulan April untuk seluruh skenario. Untuk skenario A1 dan B1, daerah lebih panas berada di barat-barat laut area penelitian, sedangkan daerah lebih dingin di daerah timur area penelitian. Kondisi berbeda kembali ditunjukkan oleh skenario A2, dimana daerah lebih panas pada tahun 2010 berada di sebelah timur laut area penelitian, namun pada tahun 2050 hingga 2100 daerah lebih panas bergeser ke arah barat laut area penelitian. Kenaikan temperatur bulan Juli pada tahun 2010 relatif terhadap tahun 2000 adalah 2,06°C dan 3,18°C berturut-turut untuk skenario A1 dan B1. Sedangkan skenario A2 menunjukkan keadaan serupa dengan bulan April, yaitu menurun sebesar 5,24°C. Pada tahun 2050, temperatur mengalami kenaikan sebesar 3,45°C dan 3,94°C untuk skenario A1 dan B1, sedangkan skenario A2 kembali menunjukkan penurunan sebesar 4,12°C. Pada tahun 2100 kenaikan temperatur konsisten terjadi pada seluruh skenario (lihat Tabel 3.3). Walaupun skenario A2 menunjukkan angka lebih kecil dari kondisi temperatur rata-rata daerah penelitian, namun secara konsisten proyeksi tetap menunjukkan kenaikan dari tahun 2010 sampai dengan 2100.



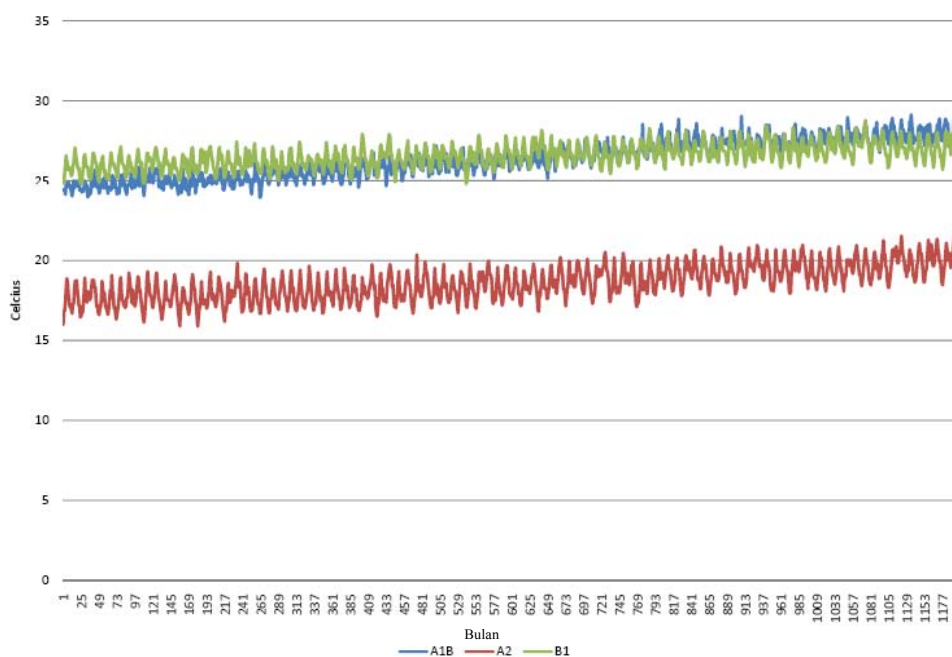
Gambar 3.4. Proyeksi temperatur bulan Juli tahun 2010, 2050 dan 2100 untuk skenario A1B, A2 dan B1.

Secara umum, ancaman terbesar bagi area penelitian adalah kondisi skenario A1 yang ditunjukkan Tabel 3.2. Ini tidak berarti kondisi dua skenario lainnya bukan merupakan ancaman, karena seluruh skenario juga menunjukkan kenaikan temperatur. Kenaikan temperatur ini dapat secara signifikan meningkatkan evapotranspirasi di daerah penelitian (Lubis dan Permadhi, 2008), sehingga kekeringan akan menjadi dampak langsung dari kenaikan temperatur ini. Selain itu, berkurangnya tutupan hutan akan semakin mengurangi tingkat infil-

trasi dan *groundwater recharge* di daerah pengamatan. Apabila dibiarkan, hal ini akan mengganggu keberlangsungan hutan yang juga habitat orangutan di Kalimantan, sehingga pada akhirnya dapat mengakibatkan berkurangnya populasi orangutan karena berkurangnya pasokan pangan. Maka perlu dipikirkan langkah adaptasi yang tepat untuk menanggulangi masalah ini.

Tabel 3.2. Proyeksi temperatur untuk skenario A1B, A2 dan B1 untuk tahun 2010, 2050, dan 2100, serta perubahan temperatur relatif terhadap tahun 2000.

	Temperatur					
	Januari		April		Juli	
	T	ΔT Terhadap 2000	T	ΔT Terhadap 2000	T	ΔT Terhadap 2000
2010						
A1B	24,70°C	2,63°C	26,15°C	2,55°C	25,93°C	2,06°C
A2	16,23°C	-5,84°C	18,06°C	-5,54°C	18,62°C	-5,24°C
B1	25,29°C	3,22°C	26,60°C	3,00°C	27,04°C	3,18°C
2050						
A1B	26,66°C	4,59°C	28,04°C	4,44°C	27,31°C	3,45°C
A2	17,48°C	-4,59°C	18,76°C	-4,48°C	19,75°C	-4,12°C
B1	26,50°C	4,43°C	27,60°C	4,00°C	27,80°C	3,94°C
2100						
A1B	28,14°C	6,06°C	29,10°C	5,50°C	29,24°C	5,37°C
A2	20,00°C	-2,08°C	21,02°C	-2,59°C	21,24°C	-2,62°C
B1	27,33°C	5,25°C	28,56°C	4,96°C	27,88°C	4,02°C



Gambar 3.5. Proyeksi temperatur bulanan rata-rata untuk skenario A1B, A2 dan B1 mulai tahun 2001 hingga 2100.

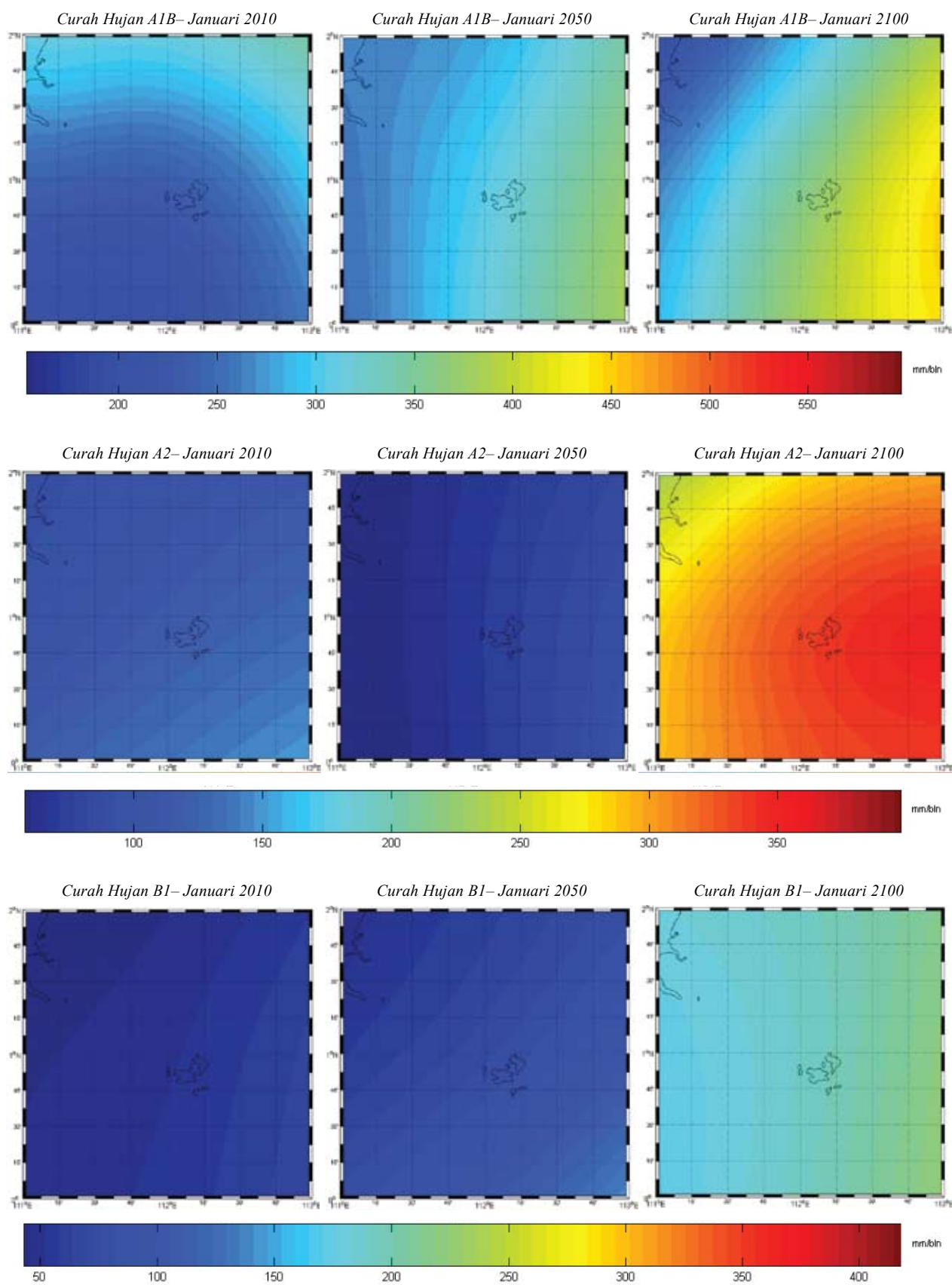
3.1.2. Proyeksi Curah Hujan

Proyeksi curah hujan dilakukan hingga tahun 2100 dengan *time lag* bulanan. Selain itu data yang digunakan sudah mencakup satuan per luas atau dalam bentuk fluks sehingga dengan pengolahan tambahan data curah hujan, proyeksi diperoleh dalam satuan millimeter per bulan (mm/bulan). Sama halnya dengan temperatur, curah hujan diproyeksikan berdasarkan tiga skenario yaitu A1B, A2, dan B1. Secara teoritis, A1B adalah skenario paling optimis dan A2 adalah skenario paling pesimis. Daerah berwarna merah menunjukkan curah hujan tinggi dan daerah berwarna biru menunjukkan daerah dengan curah hujan rendah.



Secara umum, curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh monsoon (Bayong, 1999), sehingga curah hujan yang timbul di Indonesia banyak dipengaruhi oleh pergerakan semu matahari dan perbedaan distribusi daratan dan lautan di belahan bumi utara (BBU) dan belahan bumi selatan (BBS), dimana di BBU daratan lebih luas dibanding lautan (Prawirowardoyo, 1996). Namun di daerah penelitian terjadi suatu kondisi unik, yaitu terjadi pola curah hujan monsoonal (lihat Gambar 3.1) sedangkan temperatur menunjukkan pola ekuatorial, dalam satu tahun terjadi dua kali temperatur maksimal (lihat Tabel 3.1). Belum diketahui secara pasti mengapa hal ini dapat terjadi, namun secara umum dapat dikatakan bahwa pengaruh lokal sangat dominan di daerah penelitian. Pengaruh lokal dapat berasal dari topografi yang sangat unik sehingga mendukung proses fisis meteorologi terjadi seperti demikian, atau dapat juga terjadi karena ada campur tangan manusia, seperti perubahan tata guna lahan maupun modifikasi lahan lainnya.

Gambar 3.6 menunjukkan proyeksi curah hujan daerah penelitian untuk bulan Januari berdasarkan skenario A1B, A2, dan B1. Secara spasial terlihat bahwa untuk skenario A1B daerah dengan curah hujan lebih tinggi berada di timur laut daerah penelitian, namun pada tahun 2050 daerah tersebut bergeser ke tenggara dan terus bertahan hingga tahun 2100. Pada skenario A2 dan B1, daerah dengan curah hujan lebih tinggi berada di timur-tenggara daerah penelitian. Kondisi ini konsisten hingga tahun 2100. Secara umum, hasil proyeksi curah hujan bulan Januari menunjukkan penurunan curah hujan dibandingkan curah hujan rata-rata tahun 1984 hingga 2000. Penurunan terbesar terjadi pada skenario B1, yaitu menurun sebesar 177,66 mm pada tahun 2100, namun penurunan maksimal terjadi pada tahun 2010 yaitu sebesar 320,13 mm. Skenario A1 juga menunjukkan pola yang sama dengan B1, yaitu penurunan maksimal terjadi pada tahun 2010 sebesar 109,13 mm dan menurun sebesar 76,9 mm pada tahun 2100. Namun skenario A2 menunjukkan pola yang berbeda, penurunan maksimal terjadi pada tahun 2050 sebesar 312,21 mm, sedangkan pada tahun 2100 menurun sebesar 93,45 mm. Apabila dibandingkan, maka dapat diketahui bahwa penurunan terbesar terjadi pada skenario B1 (lihat Tabel 3.3). Hal ini perlu ditanggulangi melalui langkah adaptasi, sehingga pada bulan Januari, tidak terjadi kekeringan akibat penurunan curah hujan.

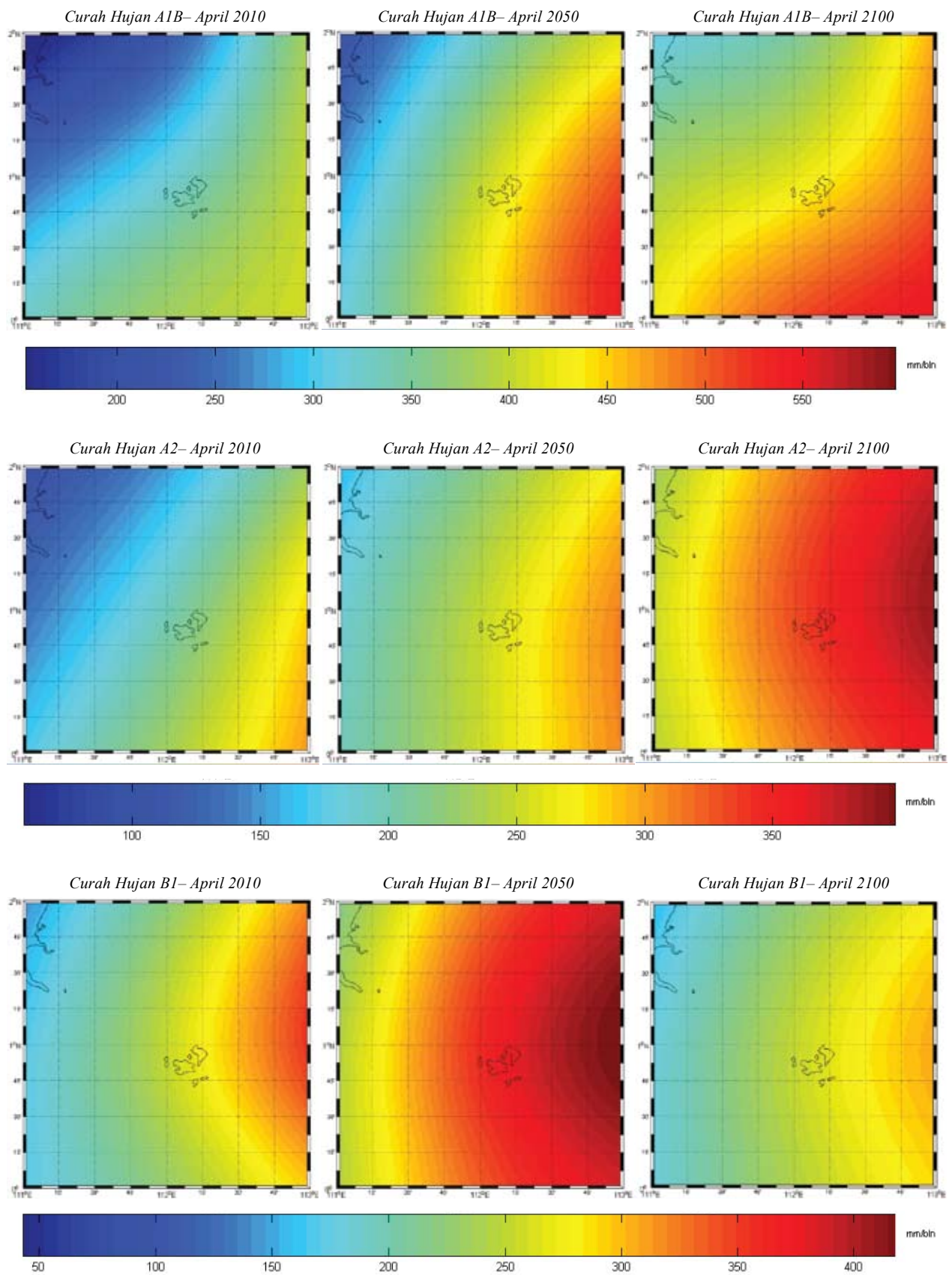


Gambar 3.6. Proyeksi curah hujan bulan Januari tahun 2010, 2050 dan 2100 untuk skenario A1B, A2 dan B1.

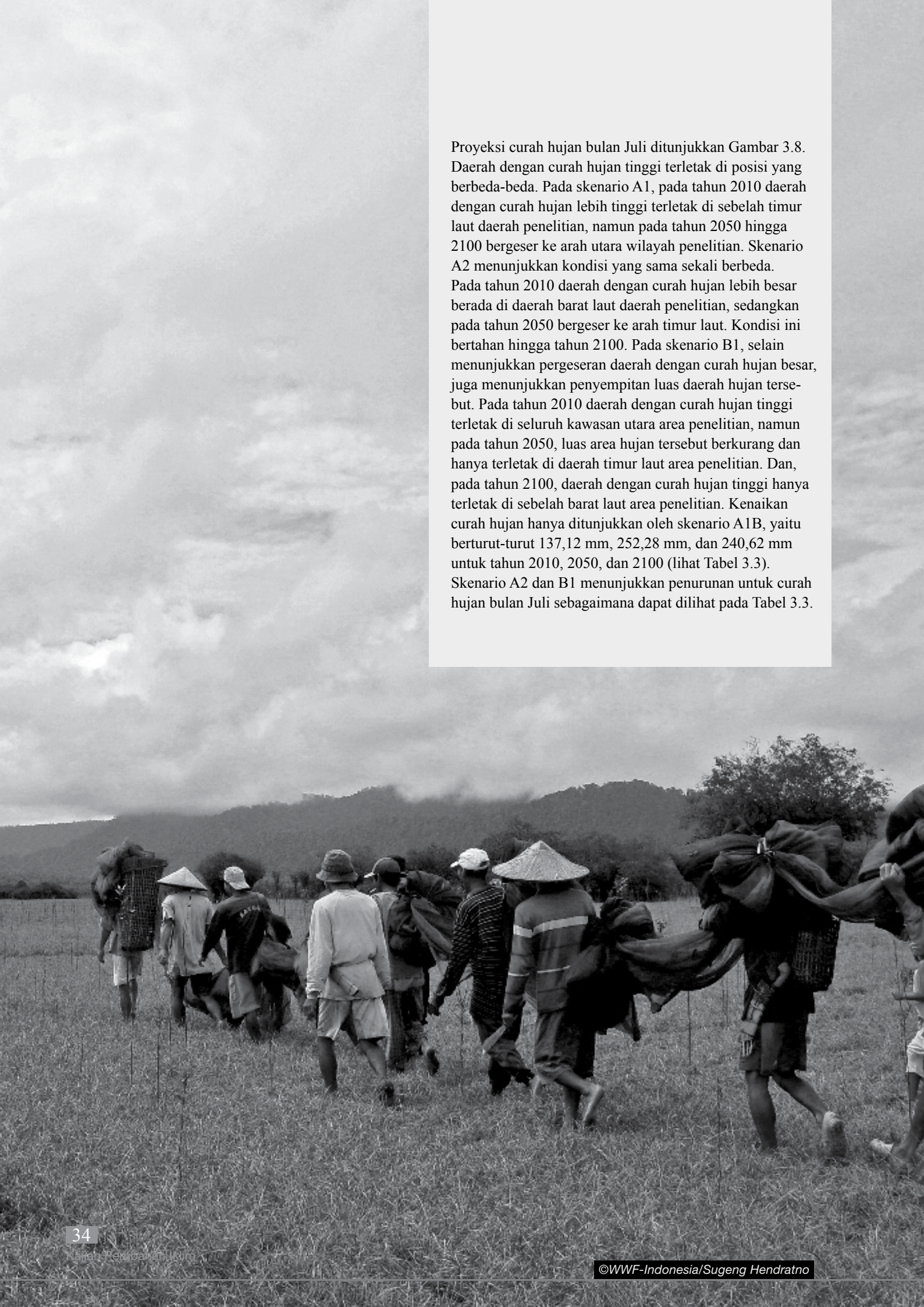
Tabel 3.3. Perubahan curah hujan seluruh skenario untuk tahun 2010, 2050, dan 2100 relatif terhadap tahun 2000.

	Curah Hujan		
	ΔP terhadap tahun 2000		
	Januari	April	Juli
2010			
A1B	-109,13 mm	-1,22 mm	137,12 mm
A2	-267,43 mm	-74,15 mm	-95,49 mm
B1	-320,13 mm	-37,90 mm	-130,04 mm
2050			
A1B	-81,30 mm	56,40 mm	252,28 mm
A2	-312,21 mm	-26,46 mm	-126,57 mm
B1	-303,09 mm	20,48 mm	-121,61 mm
2100			
A1B	-76,90 mm	115,42 mm	240,62 mm
A2	-93,45 mm	29,04 mm	-109,02 mm
B1	-177,66 mm	-41,63 mm	-108,16 mm

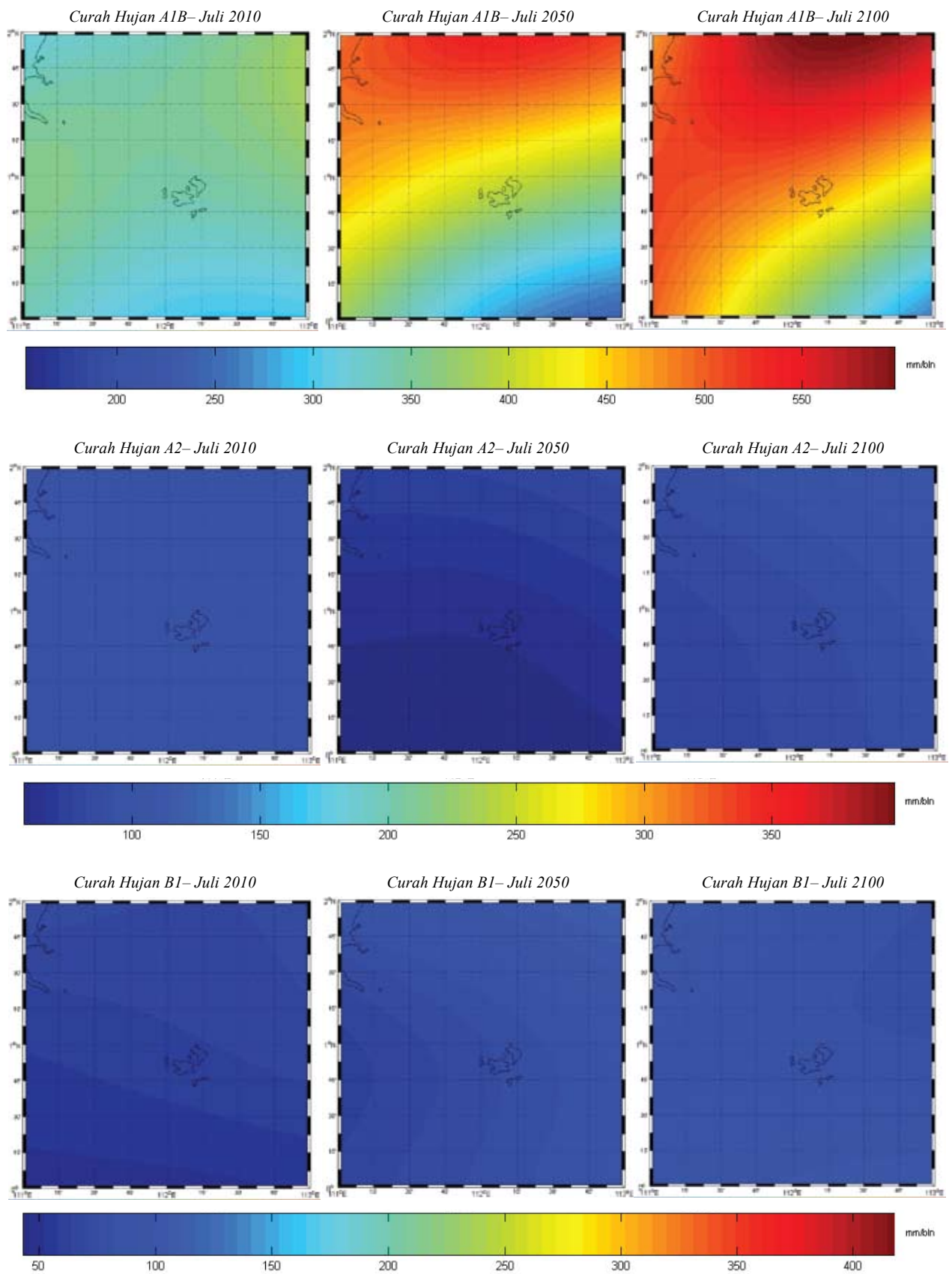
Gambar 3.7 menunjukkan proyeksi temperatur bulan April untuk seluruh skenario. Secara spasial dapat terlihat bahwa seluruh skenario menunjukkan konsistensi daerah dengan curah hujan lebih tinggi, yaitu di daerah timur-tenggara daerah penelitian. Pada tahun 2010, curah hujan akan berkurang 1,22 mm, 74,15 mm, dan 37,9 mm berturut-turut untuk skenario A1B, A2, dan B1. Namun pada tahun 2050 skenario A1B dan B1 menunjukkan kemiripan proyeksi, yaitu kenaikan curah hujan sebesar 56,4 mm dan 20,48 mm. Sedangkan skenario A2 menunjukkan penurunan curah hujan sebesar 26,46 mm. Pada tahun 2100, curah hujan mengalami kenaikan untuk skenario A1B dan A2, yaitu berturut-turut sebesar 115,42 mm dan 29,04 mm. Sedangkan skenario B1 menunjukkan penurunan curah hujan sebesar 41,63 mm. Secara umum skenario A1B menunjukkan adanya kenaikan curah hujan untuk bulan April, sehingga pada masa yang akan datang kekhawatiran kekeringan dapat dikurangi. Namun skenario A2 dan B1 menunjukkan gejala kekeringan walaupun tidak separah bulan Januari.



Gambar 3.7. Proyeksi curah hujan bulan April tahun 2100, 2050 dan 2100 untuk skenario A1B, A2 dan B1.



Proyeksi curah hujan bulan Juli ditunjukkan Gambar 3.8. Daerah dengan curah hujan tinggi terletak di posisi yang berbeda-beda. Pada skenario A1, pada tahun 2010 daerah dengan curah hujan lebih tinggi terletak di sebelah timur laut daerah penelitian, namun pada tahun 2050 hingga 2100 bergeser ke arah utara wilayah penelitian. Skenario A2 menunjukkan kondisi yang sama sekali berbeda. Pada tahun 2010 daerah dengan curah hujan lebih besar berada di daerah barat laut daerah penelitian, sedangkan pada tahun 2050 bergeser ke arah timur laut. Kondisi ini bertahan hingga tahun 2100. Pada skenario B1, selain menunjukkan pergeseran daerah dengan curah hujan besar, juga menunjukkan penyempitan luas daerah hujan tersebut. Pada tahun 2010 daerah dengan curah hujan tinggi terletak di seluruh kawasan utara area penelitian, namun pada tahun 2050, luas area hujan tersebut berkurang dan hanya terletak di daerah timur laut area penelitian. Dan, pada tahun 2100, daerah dengan curah hujan tinggi hanya terletak di sebelah barat laut area penelitian. Kenaikan curah hujan hanya ditunjukkan oleh skenario A1B, yaitu berturut-turut 137,12 mm, 252,28 mm, dan 240,62 mm untuk tahun 2010, 2050, dan 2100 (lihat Tabel 3.3). Skenario A2 dan B1 menunjukkan penurunan untuk curah hujan bulan Juli sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3.3.



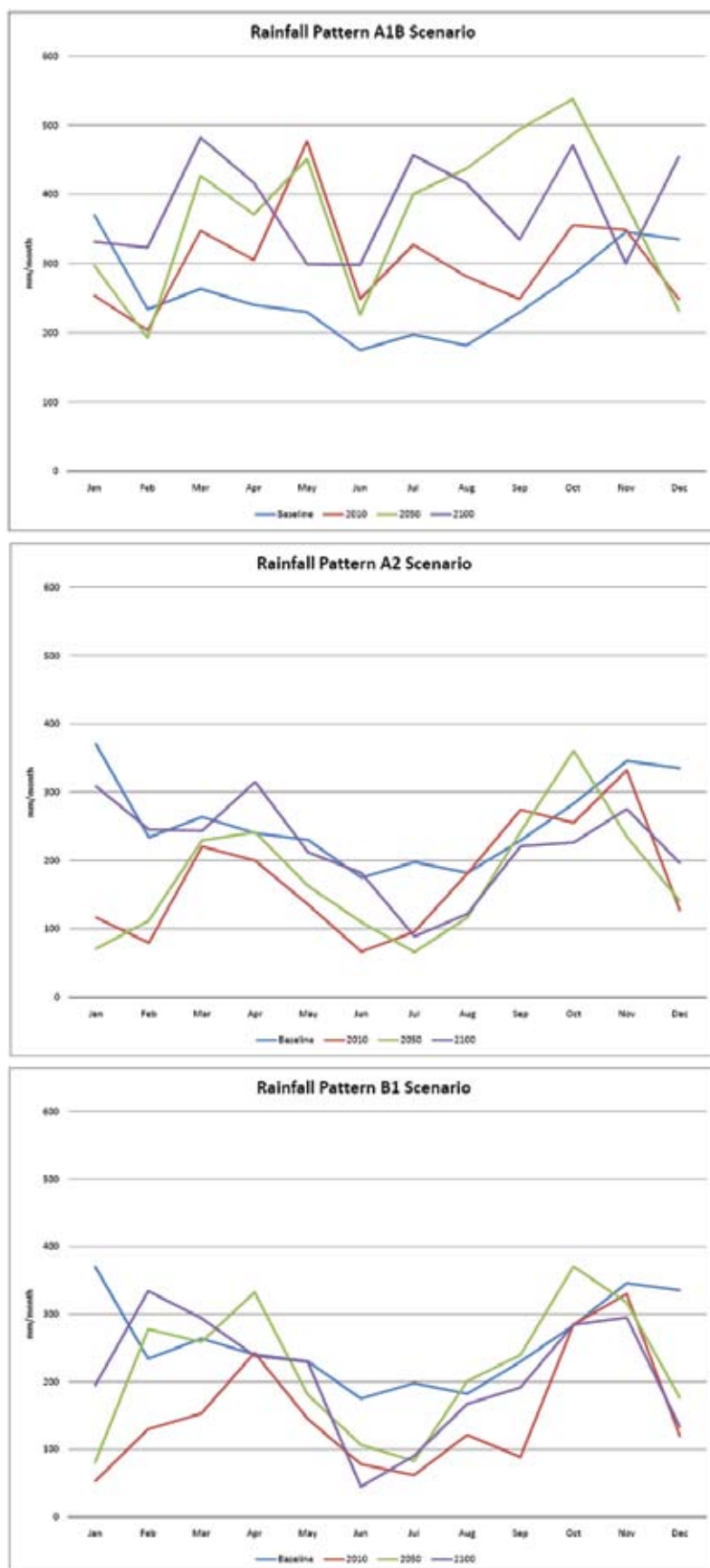
Gambar 3.8. Proyeksi curah hujan bulan Juli tahun 2010, 2050 dan 2100 untuk skenario A1B, A2 dan B1.

Apabila dikaitkan dengan kondisi curah hujan bulan Januari dan April, secara umum curah hujan di koridor antara Taman Nasional Betung Kerihun dan Taman Nasional Danau Sentarum mengalami penurunan hingga tahun 2100, kecuali *output* yang dihasilkan skenario A1B. Oleh karena itu, perubahan iklim di wilayah koridor berdampak terhadap terjadinya kekeringan yang disebabkan oleh penurunan curah hujan dan kenaikan temperatur lebih dari 4°C.

Berkaitan dengan hasil proyeksi curah hujan, maka diperlukan strategi yang efektif dalam mengatasi masalah kekeringan akibat perubahan iklim. Salah satunya adalah *water harvesting* atau pemanenan air. Untuk mengetahui kapan waktu yang tepat untuk “memanen” air, hal terpenting adalah mengetahui pola curah hujan, kapan mencapai maksimal dan kapan mencapai minimal.

Berdasarkan rata-rata curah hujan bulanan tahun 1984-2000, diketahui bahwa daerah Taman Nasional Betung Kerihun selalu mengalami hujan (tidak pernah mengalami curah hujan bulanan 0 mm). Kondisi ini merupakan suatu keuntungan, terutama terkait dengan keberlangsungan hutan dan orangutan yang tinggal didalamnya. Gambar 3.9 memperlihatkan pola-pola curah hujan yang dikeluarkan oleh hasil proyeksi model perubahan iklim. Panel atas adalah skenario A1B, panel tengah adalah skenario A2, dan panel bawah adalah skenario B1. Berdasarkan Gambar 3.21 pada panel atas, untuk tahun 2050, dapat dilihat bahwa curah hujan mengalami puncaknya pada bulan Maret, Mei, dan Oktober, sehingga kegiatan pemanenan air dapat dilakukan pada bulan-bulan tersebut. Sedangkan pada tahun 2100, pemanenan air dapat dilakukan pada bulan Maret, Juli, Oktober, dan Desember.





Gambar 3.9. Pola curah hujan bulanan untuk skenario A1 (panel atas), skenario A2 (panel tengah), dan skenario B1 (panel bawah) pada tahun 2010, 2050 dan 2100 dibandingkan kondisi baseline.

Pola curah hujan yang ditunjukkan oleh skenario A2 dan B1 adalah pola curah hujan ekuatorial, sehingga terdapat dua puncak musim hujan dalam setahun, dan tidak menunjukkan curah hujan 0 mm. Untuk bisa memanen air dengan efektif, yang perlu diperhatikan adalah pola

maksimal dan minimal dari setiap pola yang ditunjukkan oleh skenario tertentu. Dengan demikian, wilayah koridor Taman Nasional Betung Kerihun – Taman Nasional Danau Sentarum akan terhindar dari kekurangan air.

3.2. Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air yang dilakukan didasarkan pada persamaan neraca air F.J. Mock dengan asumsi siklus tertutup, artinya jumlah air dalam satu wilayah adalah tetap. Input utama model neraca air ini adalah curah hujan, sehingga proyeksi curah hujan dari tiga skenario yang digunakan akan dijadikan input, sedangkan temperatur dan kecepatan angin akan dijadikan input untuk menghitung evapotranspirasi.

Secara sepintas, berdasarkan Gambar 3.9, jelas terlihat bahwa curah hujan menunjukkan kecenderungan naik, terutama skenario A1. Namun dari hasil perhitungan neraca air, hasil yang diperoleh berbeda dengan kondisi tersebut. Ketersediaan air dilihat berdasarkan kondisi *water surplus* dan *volume storage*. Tabel 3.4 memper-

lihatkan kondisi neraca air berdasarkan skenario A1. Dapat dilihat bahwa jumlah curah hujan yang terjadi cenderung bertambah, namun kondisi evapotranspirasi juga ikut membesar. Hal ini disebabkan adanya kenaikan temperatur dan tingginya kecepatan angin. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya water surplus dan yang terpenting juga berkurangnya volume storage air tanah. Berkurangnya pasokan air tanah akan mengancam keberadaan hutan taman nasional. Selain itu, risiko kebakaran hutan akibat El Nino semakin meningkat karena selain terjadi pemanasan juga didukung kekeringan di wilayah taman nasional sehingga titik-titik api dapat terjadi dalam jumlah banyak disaat yang bersamaan.

©WWF-Indonesia/Marius Gunawan



©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah

“Berkurangnya pasokan air tanah akan mengancam keberadaan hutan di taman nasional”

Tabel 3.4. Neraca air berdasarkan skenario A1, A2, dan B1

	Skenario A1B				Skenario A2				Skenario B1			
2010	Jan	Apr	Jul	Total	Jan	Apr	Jul	Total	Jan	Apr	Jul	Total
Water Surplus	157,35	123,22	209,82	490,39	9,90	58,99	0,00	68,89	0,00	84,44	0,00	84,44
Volume Storage	91,93	120,55	183,32	395,80	2,45	13,37	8,15	23,97	1,53	45,12	27,52	74,17
2050												
Water Surplus	83,04	119,04	240,20	442,28	0,00	95,89	0,00	95,89	0,00	114,92	0,00	114,92
Volume Storage	52,79	94,49	183,32	330,60	0,67	19,70	12,02	32,39	2,08	61,40	37,45	100,93
2100												
Water Surplus	2,03	90,76	40,03	132,83	163,73	147,48	0,00	311,21	63,41	46,21	0,00	109,62
Volume Storage	3,75	49,78	51,31	104,85	34,79	50,90	31,05	116,74	34,83	45,43	27,71	107,96

Skenario A2 dan B1 memperlihatkan hal yang sangat berbeda dengan skenario A1. Seiring dengan kenaikan curah hujan maka *water surplus* dan *volume storage* juga mengalami kenaikan. Kondisi ini perlu diperhatikan untuk melakukan langkah adaptasi yang tepat, sehingga dapat diperoleh keadaan *water surplus* dan *volume storage* yang mencukupi. Namun dapat terlihat juga bahwa skenario B1 memiliki *volume storage* lebih besar dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh skenario A2.

Berdasarkan berbagai skenario yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat bahwa dampak perubahan iklim tidak selalu bersifat merugikan, namun dapat juga menguntungkan, dan sangat bergantung kepada manusia sebagai pengelola alam. Walaupun ada dampak perubahan iklim yang bersifat bencana, seperti kekeringan, namun masih dapat digunakan berbagai macam teknik yang bersifat aplikasi adaptasi agar dampak negatif bisa dikurangi, seperti mengetahui saat yang tepat untuk memanen air ataupun bertani.

“Dampak perubahan iklim tidak selalu bersifat merugikan, namun dapat juga menguntungkan, dan sangat bergantung kepada manusia sebagai pengelola alam”



©WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah



Western bornean Orangutan, *Pongo pygmaeus pygmaeus*
© WWF-Indonesia/Jimmy Syahirsyah



Bab 4. **Kesimpulan**

Bab 4.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan terkait dengan dampak perubahan iklim terhadap habitat orangutan di koridor antara Taman Nasional Betung Kerihun dan Taman Nasional Danau Sentarum.

1. Berdasarkan hasil model, skenario A1B menunjukkan adanya *shifting* musim hujan secara *temporal*, sehingga musim hujan menjadi semakin lama dan musim kering memendek. Namun dengan tingkat kekeringan yang lebih tinggi. Kedua skenario lainnya tidak menunjukkan adanya *shifting* yang sangat berarti baik secara spasial maupun *temporal*.

2. Seluruh skenario menunjukkan adanya kenaikan temperatur pada tahun 2010, 2050 dan 20100, kecuali skenario A2. Kenaikan temperatur tertinggi ditunjukkan oleh skenario A1B yang pada tahun 2050 mencapai selisih sekitar 4°C dibanding suhu di tahun 2000 dan sekitar 5,5°C pada tahun 2100.

3. Pola ketersediaan air tidak sejalan dengan kondisi curah hujan, karena ketersediaan air sangat berkaitan dengan kondisi tanah dan manajemen air. Secara umum, ketersediaan air menunjukkan adanya penurunan hingga 100 tahun kedepan.

4. Selain perubahan variabel iklim, dampak perubahan iklim mengancam daerah koridor melalui perubahan frekuensi kejadian El Nino sehingga peluang terjadinya kebakaran hutan juga meningkat. Rusaknya hutan juga akan mengancam keberlangsungan hidup orangutan didalamnya.

5. Melihat ketiga skenario, dampak perubahan iklim di daerah taman nasional dapat bersifat positif dan negatif. Kebijakan mitigasi dan adaptasi yang diambil saat ini akan sangat menentukan dampak perubahan iklim di masa depan.

6. Untuk tindak lanjut, daerah penelitian kajian perubahan iklim ini perlu diperluas mencakup seluruh wilayah Taman Nasional Betung Kerihun dan Taman Nasional Danau Sentarum, dan daerah sekitarnya serta diperlukan studi yang lebih rinci mengenai dampak perubahan temperatur, curah hujan dan ketersediaan air akibat perubahan iklim ini terhadap kehidupan orangutan,. Dengan studi lanjutan ini, langkah-langkah strategi adaptasi yang tepat untuk mengantisipasi dampak negatif perubahan iklim terhadap konservasi orangutan dapat dirancang.



Daftar Pustaka

- Arnell NW, Climate change and water resources in Britain. *Climatic Change* 39(1): 83-110, 1998.
- Bayong Tjasyono HK, *Klimatologi Umum*, Penerbit ITB, 1999.
- Cawthon Lang KA. 2005 June 13. Primate Factsheets: Orangutan (Pongo) Taxonomy, Morphology, & Ecology. <<http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/orangutan/taxon>>. Accessed 2009 February 14
- Cawthon Lang KA. 2005 June 13. Primate Factsheets: Orangutan (Pongo) Conservation. <<http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/orangutan/cons>>. Accessed 2009 February 14.
- Haylock, Malcolm, Gavin Cawley, Colin Harpham, Rob Wilby, and Clare Goodess, *Downscaling Heavy Precipitation over The UK*, 2005.
- Herb, William R., Ben Janke, Omid Mohseni, Heinz G. Stefan, Ground Surface Temperature Simulation for Different Land Covers, *Journal of Hydrology*, 2008.
- Holman, I.P. Climate Change Impact on Groundwater Recharge-Uncertainty, Shortcomings and The Way Forward, *Hydrogeology Journal*, 2006.
- Kruger A, Ulbrich U, Speth P, Groundwater recharge in Northrhine-Westfalia predicted by a statistical model for greenhouse gas scenarios. *Physics & Chemistry Of The Earth Part B-Hydrology Oceans And Atmosphere* 26(11-12): 853-861, 2001.
- Lubis, Atika dan Yan F. Permadhi, Tinjauan Perubahan Iklim dan Dampaknya Pada Ketersediaan Air Jawa Barat, *Proceeding Seminar Nasional Limnologi IV LIPI*, Bogor, 2008.
- Lubis, Atika dan Yan F. Permadhi, Zonasi Potensi Bencana Puting Beliung di Jawa Barat, *Penelitian KK Sains Atmosfer, FITB, ITB*, 2008.
- Nebojsa Nakicenovic dan Rob Swart (Eds.), *Emission Scenarios*, IPCC, 2000.
- Prawiwardoyo, Susilo, *Meteorologi*, Penerbit ITB, 1996.
- Rouse, W. R., *Man-modified Climates in Gregory, K.J. and Walling, D.E. Man and Environmental Processes*. Westview Press: Boulder 276 p., 1979.
- Rushayati, Siti B., Harnios Arief, *Kondisi Fisik Ekosistem Hutan di Taman Nasional Ujung Kulon*, Media Konservasi Edisi Khusus, 1997.
- Trabucco, Antonio, Robert J. Zomer, Deborah A. Bossio, Oliver van Straaten, Louis V. Verchot, *Climate Change Mitigation Through Afforestation/Reforestation, Agriculture Ecosystem & Environment*, 2008.
- Zhang, Lu, Nick Potter, Klaus Hickel, Yongqiang Zhang, Quanshi Xiao, *Water Balance Modeling over Variable Time Scales Based on The Budyko Framework – Model Development and Testing*, *Journal of Hydrology*, 2008.



WWF-Indonesia
Program Iklim & Energi
Kantor Taman A9, Unit A-1
Jl. Mega Kuningan Lot 8-9/A9
Kawasan Mega Kuningan
Jakarta 12950, Indonesia
Tel: 021-5761070
Fax: 021- 5761080
Email: climate@wwf.or.id
wwf.or.id/climate



for a living planet®