

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKSI JAMBU METE DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA

Handi Supriadi dan Nana Heryana

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

balittri@gmail.com

(Diajukan tanggal 1 April 2011, diterima tanggal 1 Juni 2011)

ABSTRAK

Perubahan iklim terjadi akibat meningkatnya kandungan gas rumah kaca (GRK) di udara yang sebagian besar dihasilkan dari kegiatan industrialisasi yang berkembang pesat saat ini. Dampak adanya perubahan iklim menyebabkan : (1) suhu bumi meningkat, (2) kejadian iklim ekstrem (anomali iklim) meningkat, seperti peristiwa Enso (El-Nino yang menyebabkan kekeringan dan La-Nina yang menyebabkan banjir), (3) penurunan dan peningkatan suhu udara secara ekstrem, (4) perubahan pola curah hujan dan (5) peningkatan permukaan air laut dan rob. Perubahan iklim berpengaruh nyata terhadap penurunan produksi jambu mete. Hujan yang turun sepanjang tahun pada tahun 2010 mengakibatkan produksi jambu mete turun secara drastis, seperti di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah (48,75-50,85%) dan Muna, Sulawesi Tenggara (93,63%). Upaya penanggulangan terhadap perubahan iklim dilakukan melalui usaha antisipasi, adaptasi dan mitigasi. Penanggulangan dampak perubahan iklim dilakukan melalui usaha antisipasi, adaptasi dan mitigasi. Antisipasi dilaksanakan dengan melakukan pengkajian sumber daya pertanian, perbaikan infrastruktur dan prasarana pertanian, perbaikan sistem usahatani dan agribisnis, dan pengelolaan aspek sosial-ekonomi serta budaya. Adaptasi dilakukan melalui pengembangan varietas toleran terhadap perubahan iklim dan penggunaan teknologi hemat air (rorak dan embung). Sedangkan teknologi mitigasi yang dapat diaplikasikan adalah : penanaman jambu mete, pemanfaatan limbah mete, pengelolaan lahan dan penggunaan pupuk organik.

Kata Kunci : *Anacardium occidentale* L., gas rumah kaca, perubahan iklim, dampak, penanggulangan

ABSTRACT

Impact of climate change on cashew production and efforts of countermeasures. Climate change occurs due to the increasing content of greenhouse gases (GHGs) in the air, mostly resulting from the rapidly growing industrialization. As a result of climate change causes: (1) the earth's temperature increased, (2) extreme climate events (climatic anomalies) increased, as events Enso (El-Nino that caused drought and La-Nina causes floods), (3) a decrease and an increase air temperature extremes, (4) changes in rainfall patterns and (5) rise in sea levels and rob. The climate change was significant effect on the reducing of cashew nut production. The rain that fell throughout the year in 2010 resulted in cashew production fell drastically, as in Wonogiri, Central Java (48.75 to 50.85%) and Muna, Southeast Sulawesi (93.63%). The impacts of climate change can be reduction through the anticipation, adaption and mitigation. Anticipation performed by conducting assessment of agricultural resources, improvement of agricultural structure and infrastructure, improvement of farming system and agribusiness, and management of socio-economy and cultural. Technology adaptation was done through the development of varieties tolerant to climate change and the use of water saving technologies. While mitigation technology that can be applied are: planting cashew, cashew waste utilization, land management and use of organic fertilizers.

Keywords : *Anacardium occidentale* L., greenhouse gases, climate change, impact, countermeasures

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena alam global yang menyita perhatian berbagai pihak di dunia karena dampaknya dirasakan oleh seluruh makhluk hidup di seluruh muka bumi. Berdasarkan beberapa hasil studi dan penelitian mutakhir di berbagai negara terbukti bahwa faktor manusia (*antropogenik*), terutama dari sektor perindustrian yang berkembang cepat selama 50 tahun terakhir, merupakan penyebab terjadinya pemanasan global (*global warming*) di permukaan bumi paling signifikan. Kegiatan industrialisasi memacu peningkatan emisi dan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer sehingga terjadi peningkatan suhu udara. Dalam Protokol Kyoto terdapat enam jenis GRK, yaitu: karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitro oksida (N_2O), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCs), dan sulfurheksafluorida (SF_6).

Kontribusi sektor pertanian (termasuk subsektor perkebunan) terhadap emisi GRK nasional relatif kecil yaitu 51,20 Mt CO_2 -eq atau hanya 12% dari total emisi Indonesia sebesar 436,90 Mt CO_2 -eq (UNDP Indonesia, 2009), apabila emisi dari degradasi hutan, kebakaran dan drainase lahan gambut tidak diperhitungkan. Apabila diperhitungkan maka kontribusi sektor pertanian hanya 8% (Surmaini *et al.*, 2009). Emisi GRK dari sektor pertanian berupa CO_2 , CH_4 dan N_2O , yang berasal dari : pemupukan 38% (N_2O), enterik fermentasi 32% (CH_4), padi sawah 12% (CH_4), pembakaran biomas 11% (CH_4 dan N_2O) dan penanganan pupuk organik 7% (CH_4 dan N_2O) (Smith *et al.*, 2007).

Adanya perubahan tekanan udara akibat memanasnya suhu bumi (*global warming*) menyebabkan iklim secara keseluruhan berubah, maka terjadi peningkatan frekuensi dan intensitas banjir dan kekeringan serta peningkatan periodisitas El-Nino (Kementerian Pertanian, 2011; Las *et al.*, 2011). Sehingga dampak perubahan iklim tersebut terhadap sector pertanian sangat besar.

Khusus untuk tanaman jambu mete, perubahan iklim, terutama perubahan pola curah hujan (hujan turun sepanjang tahun) menyebabkan produksi gelondong mengalami penurunan yang cukup signifikan. Padahal Jambu mete merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai

peran penting dalam mendukung perekonomian nasional, antara lain sebagai komoditas ekspor penghasil devisa, penyedia bahan baku industri dan energi terbarukan (bioenergi), penyedia lapangan kerja terutama di daerah yang tergolong miskin. Data statistik pada tahun 2009 menunjukkan bahwa devisa negara yang diperoleh dari ekspor gelondong mete sebesar 82650000 US\$, dengan volume 68767 t. Tenaga kerja (petani) yang terlibat dalam usahatani jambu mete seluas 571850 ha cukup tinggi, yaitu mencapai 840985 kepala keluarga (KK). (Ditjenbun, 2010). Selain itu tanaman jambu mete mempunyai peran ekologis, yaitu dapat mengurangi kandungan GRK di udara melalui penyerapan langsung oleh tajuk tanaman dan pemanfaatan limbah (buah semu dan kulit gelondong) yang dapat dijadikan bioetanol dan *cashew nut shell liquid* (CNSL) beremisi GRK rendah.

Upaya penanggulangan terhadap perubahan iklim perlu dilakukan melalui usaha antisipasi, adaptasi dan mitigasi. Antisipasi dan adaptasi merupakan upaya untuk mencegah/memperkecil resiko kerusakan pada tanaman jambu mete akibat adanya perubahan iklim, sedangkan mitigasi merupakan upaya mengurangi terjadinya perubahan iklim (Kementerian Pertanian, 2011; Surmaini *et al.*, 2011; Las *et al.*, 2011)

Makalah ini memaparkan dampak dari perubahan iklim terhadap produksi tanaman jambu mete dan upaya penanggulangannya berdasarkan hasil studi maupun penelitian berdasarkan hasil studi maupun penelitian yang telah dilakukan di dalam maupun di luar negeri.

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Perubahan iklim adalah kondisi beberapa unsur iklim yang besarnya (*magnitude*) dan atau intensitasnya cenderung berubah atau menyimpang dari dinamika dan kondisi rata-rata menuju ke arah (*trend*) tertentu (meningkat atau menurun (Las *et al.*, 2011). Adanya perubahan iklim menyebabkan : (1) suhu bumi meningkat, (2) kejadian iklim ekstrem (anomali iklim) meningkat, seperti peristiwa Enso (El-Nino yang menyebabkan kekeringan dan La-Nina yang menyebabkan banjir), (3) penurunan dan peningkatan suhu udara secara ekstrem, (4) perubahan pola curah hujan dan (5)

peningkatan permukaan air laut dan rob. Kondisi tersebut berdampak pada sektor pertanian (Las *et al.*, 2011; Salinger, 2005). Akibat perubahan iklim juga berdampak terhadap produksi tanaman jambu mete.

Tanaman jambu mete mempunyai daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang marjinal, namun untuk memperoleh produksi yang optimal tanaman jambu mete menghendaki kondisi iklim sebagai berikut : (1) Curah hujan tahunan berkisar 1000-2000 mm/tahun dengan 4-6 bulan kering (curah hujan di bawah 60 mm/bulan), (2) suhu udara minimum berkisar 15-25°C, maksimum 25-35°C dan rata-rata 27°C, (3) kelembaban udara berkisar 70-80%, tetapi masih dapat toleran pada tingkat kelembaban udara 60-70%, dan (4) tanaman jambu mete sangat menyukai sinar matahari, apabila ternaungi, atau ranting bertumpang tindih, maka produktivitasnya akan menurun (Hadad *et al.*, 1995; Zaubin, 2002; Abdullah dan Las, 1991)

Tanaman jambu mete peka terhadap perubahan iklim. Musim kering yang terjadi selama 4-6 bulan, pada fase pembungaan akan meningkatkan produksi gelondong, sebaliknya jika hujan terjadi selama periode pembungaan dan pembentukan buah dapat menurunkan produksi, selain itu cuaca berawan selama periode pembungaan dan pembentukan buah akan meningkatkan serangan hama *Helopeltis* (Hermanto dan Zaubin, 2001)

Walaupun tanaman jambu mete toleran terhadap kekeringan, namun idealnya curah hujan yang diperlukan selama fase vegetatif berkisar 500 – 1500 mm dengan distribusi yang merata, dan selama fase seting buah curah hujan yang diperlukan hanya 100 mm (Prasada dan Gopakumar, 1994) Curah hujan yang tinggi selama fase pembungaan dan seting buah akan menurunkan mutu kacang dan memacu serangan hama dan penyakit (Grundon, 1999). Curah hujan di bawah rata-rata dalam masa yang panjang membuat produksi jambu mete turun sampai 40%. Dengan curah hujan yang cukup produksi jambu mete dapat dua kali lipat. Menurut Mole (2000), untuk mendapatkan produksi yang baik, curah hujan harus berada di sekitar 900-1100 mm per tahun dan harus merata selama 9-10 bulan per musim.

Perubahan pola curah hujan pada tahun 2010 di beberapa sentra produksi jambu mete

menyebabkan produksi menurun secara signifikan. Seperti terjadi di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah dan Muna, Sulawesi Tenggara.

Rata-rata curah hujan tahunan selama 30 tahun di Ngadirejo, Sidoharjo dan Selogiri masing-masing 1781, 1925 dan 1783 mm, sedangkan rata-rata curah hujan tahunan selama 15 tahun di Muna 2028 mm. Sifat hujan di Ngadirejo, Sidoharjo, Selogiri dan Muna pada tahun 2009 tergolong tahun normal dengan nilai perbandingan curah hujan tahunan terhadap rata-ratanya masing-masing 85, 104, 103 dan 90% sedangkan pada tahun 2010 tergolong tahun basah dengan nilai masing-masing 155, 150, 154 dan 128%. Menurut BMG (2006) sifat hujan tergolong tahun basah, normal dan kering jika nilai perbandingan curah hujan tahunan terhadap rata-ratanya masing-masing lebih besar dari 115%, 85-115% dan lebih kecil dari 85%.

Curah hujan pada tahun 2010 di Ngadirejo, Sidoharjo dan Selogiri (Wonogiri) serta Muna mengalami peningkatan masing-masing sebesar 1261, 890, 898 dan 775 mm, begitu juga dengan hari hujan yang mengalami peningkatan masing-masing 47, 37, 69 dan 74 hari dibanding tahun 2009 (Tabel 1 dan 2). Bulan kering di Ngadirejo, Sidoharjo dan Selogiri pada tahun 2009 terjadi selama lima bulan yaitu dari bulan Juni sampai Oktober sedangkan di Muna hanya tiga bulan yaitu bulan Agustus, Oktober dan Nopember (Tabel 1 dan 2). Periode tersebut merupakan fase pembungaan dan pembentukan buah pada tanaman jambu mete. Menurut Hermanto dan Zaubin (2001), bulan kering yang terjadi selama 4-6 pada fase pembungaan dan pembentukan buah akan meningkatkan produksi gelondong. Pada tahun 2010 bulan kering di Ngadirejo, Sidoharjo dan Selogiri hanya terjadi pada bulan Juli sedangkan di Muna tidak terdapat bulan kering. Keadaan tersebut menyebabkan produksi gelondong di Ngadirejo, Sidoharjo, Selogiri dan Muna mengalami penurunan dibanding tahun 2009 masing-masing 49,30, 48,75, 50,85 dan 93,63% (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Hari hujan, curah hujan, luas dan produksi jambu mete di Ngadirojo, Sidoharjo dan Selogiri Wonogiri

Table 1. Rain days, rainfall, area and production of cashew in Ngadirojo, Sidoharjo and Selogiri Wonogiri

Tahun/ Lokasi	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember		Jumlah		Luas (ha)	Produksi (t)
	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH		
2009																												
Ngacirojo	8	257	12	388	10	408	6	118	7	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	105	5	72	53	1,506	2746	3377
Sidoharjo	28	506	25	391	24	211	12	196	8	147	4	39	1	10	-	-	-	-	7	41	16	298	14	155	139	1,994	1362	1596
Selogiri	23	403	18	442	14	207	10	182	10	187	3	7	1	0	-	-	-	-	7	57	11	192	11	115	108	1,840	313	118
2010																												
Ngacirojo	21	473	5	48	11	353	5	107	11	290	5	101	2	35	5	174	8	255	4	120	7	293	16	518	100	2,767	2746	1712
Sidoharjo	25	465	17	210	19	348	14	227	16	307	7	69	8	36	6	94	19	350	6	212	18	240	21	326	176	2,884	1362	818
Selogiri	26	321	12	273	21	216	14	247	16	309	6	151	6	24	5	73	19	373	14	172	16	199	22	380	177	2,738	313	58

Keterangan : HH = hari hujan; CH = curah hujan dalam mm

Note : HH = rain days; CH = rainfall in mm

Sumber : Penakar hujan di Kecamatan Ngadirojo, Sidoharjo dan Jatiroto dan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Wonogiri (2011)

Source : Rain gauge in Ngadirojo, Sidoharjo and Jatiroto Sub district and Forestry and Plantation Office Wonogiri District

Tabel 2. Hari hujan, curah hujan, luas dan produksi jambu mete di Muna

Table 2. Rain days, rainfall, area and production of cashew in Muna

Tahun/ Lokasi	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember		Jumlah		Luas (ha)	Produksi (t)
	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH		
2009																												
Muna	11	491	11	234	10	207	11	208	9	142	8	157	8	92	3	17	8	94	4	11	5	44	9	132	97	1829	18627	3464
2010																												
Muna	11	161	9	160	13	78	10	97	17	371	23	631	18	299	17	236	17	183	14	175	11	114	11	97	171	2602	18627	230

Keterangan : HH = hari hujan; CH = curah hujan dalam mm

Note : HH = rain days; CH = rainfall in mm

Sumber : BPS Kabupaten Muna (2011)

Source : BPS Muna District (2011)

Tabel 3. Pengaruh rorak pada karakter generatif dan produksi jambu mete di Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur

Table 3. Effect of rorak on the generative character and production of cashew in West Manggarai, East Nusa Tenggara

Perlakuan	Bunga hermaphrodit (%)	Jumlah buah/tangkai	Jumlah gelondong/pohon	Produksi gelondong/pohon (kg)	Bobot gelondong/Butir (g)	Hasil (kg/ha)
Dengan rorak	47	28	1460	6,3	4,3	880
Tanpa rorak	28	16	770	2,8	3,6	390

Sumber : Firman (2006)

Source : Firman (2006)

Rendahnya setting buah salah satunya disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan turun setiap bulan. Apabila saat pembungaan curah hujan tinggi, maka proses pembungaan akan terganggu. Tepung sari menjadi busuk dan tidak mempunyai viabilitas lagi. Kepala putik menjadi busuk karena kelembaban yang tinggi. Selain itu, aktivitas serangga penyerbuk juga berkurang saat kelembaban tinggi. apabila terjadi kerusakan pada tepung sari dan kepala putik berarti penyerbukan gagal. Hal ini berarti bahwa pembuahan dan panen gagal, maka harus menunggu tahun berikutnya (Ashari, 1995). Curah hujan diluar batas toleransi akan berakibat buruk terhadap tanaman, diantaranya adalah :

1. Curah Hujan akan mencuci butir-butir tepung sari, akhirnya tepung sari tersebut jatuh.
2. Hujan yang terlalu lebat bisa menyebabkan luka pada permukaan tubuh bunga sehingga bisa mengakibatkan bunga rontok.
3. Volume curah hujan yang tinggi mengakibatkan udara menjadi lembab, sehingga memudahkan serangan hama *Helopeltis*
4. Selama hari-hari hujan, serangga penyerbuk tidak dapat melakukan penyerbukan

Jika musim hujan terjadi berkepanjangan upaya yang dapat dilakukan diantaranya dengan (1) pembuatan parit drainase, untuk membuang kelebihan air dan (2) pemberian zat pengatur tumbuh, pemupukan serta penerapan polatanam untuk mencegah gugur bunga dan buah muda jambu mete (Sathaye, 1999)

Suhu berperan antara lain dalam pembungaan, pembentukan buah dan laju translokasi fotosintat dari daun ke tunas, bunga dan buah. Bila suhu lingkungan tidak optimal maka terjadi gugur bunga dan buah muda, sehingga hasil akhir produksi tanaman rendah (Leopold dan Kriedeman, 1975).

UPAYA MENGAHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Upaya yang dapat dilakukan dalam menghadapi perubahan iklim adalah melalui antisipasi, adaptasi dan mitigasi.

Antisipasi

Antisipasi terhadap perubahan iklim merupakan arah, strategi dan kebijakan serta pedoman dan teknologi mitigasi dan adaptasi berdasarkan kajian dampak perubahan iklim terhadap : (a) sumberdaya pertanian seperti pola curah hujan dan musim (aspek klimatologis), sistem hidrologi dan sumberdaya air (aspek hidrologis), keragaan dan penciutan luas lahan pertanian di sekitar pantai; (b) infrastruktur/sarana dan prasarana pertanian, terutama sistem irigasi, dan waduk; (c) sistem usahatani dan agribisnis, pola tanam, produktivitas, pergeseran jenis dan varietas dominan, produksi; dan (d) aspek sosial-ekonomi dan budaya. (Surmaini *et al.*, 2011; Las *et al.*, 2011)

Adaptasi

Teknologi adaptasi adalah salah satu cara penyesuaian yang dilakukan secara spontan maupun terencana untuk memberikan reaksi terhadap perubahan iklim dan mengurangi risiko kegagalan produksi pertanian (Surmaini *et al.*, 2011). Beberapa teknologi adaptasi pada tanaman jambu mete diantaranya adalah :

a. Pengembangan varietas

Hasil survey yang dilakukan pada bulan Agustus 2011, di Desa Semuluh Lor, Kecamatan Semanu, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah

Istimewa Yogyakarta, ditemukan beberapa aksesori jambu mete yang toleran terhadap perubahan iklim khususnya terhadap perubahan pola curah hujan. Pada Tahun 2010 di daerah Semanu hujan terjadi sepanjang tahun sehingga tanaman jambu mete di daerah tersebut tidak berproduksi. Berdasarkan hasil suvey ditemukan empat pohon jambu mete yang tetap berproduksi walaupun hujan turun sepanjang tahun pada tahun 2010 dengan produksi rata-rata 6 kg/pohon/tahun.

b. Pengembangan teknologi hemat air

Rorak

Rorak merupakan lubang atau penampung yang dibuat memotong lereng berukuran kecil sampai sedang. Pembuatan rorak di sekitar tanaman jambu mete dapat meningkatkan ketersediaan air dalam tanah, mengurangi erosi dan menambah kandungan bahan organik. Rorak yang diberi mulsa mempunyai kelengasan tanah 15% lebih tinggi dibanding tanah terbuka (Noeralam, 2002). Hasil penelitian Firman (2006) di daerah kering (8-9 bulan kering) Manggarai Barat menunjukkan bahwa pembuatan rorak disekitar tanaman jambu mete dengan panjang 1 m, lebar 0,4 m dan dalam 0,7-0,8 m di daerah beriklim kering (musim hujan 3-4 bulan) memberikan pengaruh positif terhadap produksi jambu mete. Perlakuan rorak dapat meningkatkan produksi gelondong dari 390 kg/ha menjadi 880 kg/ha begitu juga dengan bobot gelondong, meningkat dari 3,6 g/butir menjadi 4,3 g/butir (Tabel 3).

Tabel 4. Pengaruh irigasi terhadap produksi jambu mete
Table 4. Effect of irrigation on cashew production

Tahun	Produksi tanpa irigasi (kg/ha)	Produksi dengan irigasi (400-500 mm/tahun) (kg/ha)
1996	818,1	849,3
1997	1987,1	2146,6
1998	781,5	1266,9
1999	1265,9	1727,7
2000	675,5	1136,0
2001	1735,6	2741,9
2002	1450,8	2097,3

Sumber : Oliveira *et al.* (2006)

Source : Oliveira *et al.* (2006)

Embung

Salah satu upaya untuk menghadapi terjadinya perubahan iklim (musim kemarau berkepanjangan) yaitu dengan pembuatan embung. Prinsip dasar dari embung adalah menampung kelebihan air pada musim hujan dan memanfaatkannya pada musim kemarau. Sasaran pembangunan embung adalah pada daerah yang memiliki kondisi wilayah tipe iklim kering. (tipe iklim C, D, dan E), dan berfungsi sebagai air irigasi pada musim kemarau.

Menurut Ghosh (1995), pemberian air irigasi sebanyak 30 l/pohon selama fase reproduksi menghasilkan peningkatan produksi sekitar 400% pada jambu mete umur 10-tahun. Rata-rata kebutuhan air per minggu untuk irigasi jambu mete berkisar 250-500 l/pohon tergantung pada jenis tanah, ukuran pohon dan sistem irigasi yang digunakan (Blaike *et al.*, 1998; Grundon, 1999). Menurut Oliveira *et al.* (2006), pemberian irigasi selama 7 tahun dapat meningkatkan produksi jambu mete rata-rata 37,3% per tahun (Tabel 4).

Mitigasi

Teknologi mitigasi adalah usaha menekan penyebab perubahan iklim, seperti gas rumah kaca dan lainnya agar resiko terjadinya perubahan iklim dapat diminimalisir atau dicegah. Kegiatan mitigasi pada tanaman jambu mete lebih difokuskan pada aplikasi teknologi rendah emisi diantaranya yaitu:

a. Penanaman Jambu Mete

Pemanfaatan dan perluasan areal tanaman jambu mete adalah menfokuskan pembukaan lahan baru hanya pada lahan terlantar dan terdegradasi tanpa melakukan kegiatan yang bersifat deforestasi.

Dalam proses fotosintesis tanaman memerlukan sinar matahari, gas CO₂ yang diserap dari udara serta air dan hara yang diserap dari dalam tanah, oleh tanaman CO₂ diubah menjadi karbohidrat kemudian disebarkan ke seluruh bagian tanaman dan akhirnya ditimbun berupa daun, batang, ranting, bunga dan buah. Banyaknya karbon (C) yang ditimbun dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) menggambarkan jumlah CO₂ yang diserap oleh tanaman dari udara. (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Penanaman jambu mete pada lahan padang alang-alang dapat meningkatkan stok karbon. Iskandar *et al.* (2006) menghitung stok karbon di

padang alang-alang (*baseline*) dan lahan jambu mete dengan menggunakan model CO₂Fix Ver. 3.1 (Schelhaas *et al.*, 2004). Hasil penghitungannya menunjukkan bahwa stok karbon di padang alang-alang pada kondisi awal (*baseline*) berkisar 20,3-29,5 Mg C/ha, setelah ditanami jambu mete selama 30 tahun meningkat menjadi 29-74,4 Mg C/ha dengan nilai serapan karbon 8,0 – 46,3 Mg C/ha atau setara dengan 29,36 – 169,92 Mg CO₂-eq/ha (Tabel 5).

b. Pemanfaatan limbah jambu mete

Kulit gelondong

Polyol adalah poly alkohol yang mengandung dua atau lebih gugus hidroksi dan merupakan produk polimerisasi yang dapat disintesa dari asam karboksilat. Kegunaan polyol dalam industri adalah sebagai penstabil busa, pengemulsi dan *viscosity builder*. Polyol merupakan bahan utama di dalam industri polyurethane yang digunakan sebagai *rigid foam* (insulator panas untuk refrigerator, freezer, kontainer dan bangunan), *rim foam* (bumper, sandaran kepala dan stir mobil), busa terlentur (tilam dan jok mobil) dan elastomer (*adhesive* dan *coating*) (Sinaga, 2005; Aprilia *et al.*, 2006).

Polyol yang digunakan secara komersial dalam pembuatan *polyurethane* selama ini diperoleh dari minyak bumi yaitu etilen oksida dan propilen oksida. Namun minyak bumi merupakan bahan yang tidak dapat diperbaharui dan terbatas. Selain

itu pergerakan harga minyak bumi yang meningkat akhir-akhir ini disertai munculnya isu lingkungan hidup mendorong semua pihak untuk mencari bahan baku produksi polyol alternatif. Minyak nabati merupakan salah satu alternatif bahan baku yang dapat digunakan untuk memproduksi polyol. Polyol dapat disintesis dari minyak nabati melalui epoksidasi dilanjutkan dengan pembukaan cincin epoksida (Petrovic *et al.*, 2005). Pembuatan polyol dari minyak nabati melibatkan pengubahan ikatan rangkap pada rantai samping trigliserida menjadi gugus hidroksil

Minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku polyol antara lain: minyak kedelai, minyak castor, minyak palm, minyak bunga matahari dan minyak CNSL dari kulit gelondong jambu mete. Dibandingkan dengan polyol berbahan baku minyak bumi (petrokimia), polyol berbahan baku minyak nabati memiliki keunggulan karena mudah terurai dan terbarukan (International Centre fo Science and High Technology, 2011).

Polyol dari minyak CNSL lebih ramah lingkungan dibandingkan polyol dari minyak bumi dan kacang kedelai (Tabel 6). Jika 1 t polyol dari bahan bakar minyak di substitusi dengan polyol dari kulit gelondong jambu mete, maka akan menyimpan 5,91 t CO₂ yang ekuivalen dengan emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan ketika menempuh jarak 30.000 km (International Centre fo Science and High Technology, 2011).

Tabel 5. Stok karbon pada kondisi awal (padang alang-alang (*baseline*)) dan setelah ditanami jambu mete pada berbagai tingkat umur
Table 5. Carbon stock in the initial conditions (grasslands (*baseline*)) and after planting of cashew at various age levels

Umur	Biomass di atas permukaan tanah (Mg C/ha)	Biomass di bawah permukaan tanah (Mg C/ha)	Tanah (Mg C/ha)	Total (Mg C/ha)	Kondisi awal (Mg C/ha)	Penyerapan C (Mg C/ha)	Penyerapan C (Mg CO ₂ -eq/ha)
0	0	0	29	29	20,3	8,7	31,93
5	5,6	2,1	26,1	33,8	25,8	8,0	29,36
10	20,2	7,8	33,3	61,3	27,5	33,8	124,05
15	26,7	9,9	37,8	74,4	28,1	46,3	169,92
20	27,0	8,5	38	73,5	28,7	44,8	164,42
25	27,9	7,3	38,8	74	29,1	44,9	164,78
30	0	0	48,1	48,1	29,5	18,6	68,26

Sumber : Iskandar *et al.* (2006)

Source : Iskandar *et al.* (2006)

Tabel 6. Potensi pemanasan global berbagai jenis polyol
 Table 6. Global warming potential of different types polyols

Jenis polyol	Potensi pemanasan global (kg CO ₂)
Polyol dari minyak bumi	4,10
Polyol dari minyak kacang kedelai	- 1,40
Polyol dari kulit gelondong jambu mete	- 5,91

Sumber: International Centre for Science and High Technology (2011)

Source: International Centre for Science and High Technology (2011)

Pengujian yang dilakukan di Jepang telah menunjukkan bahwa CNSL dapat mengurangi emisi gas metana dari sapi bersendawa hingga 90% bila dicampur sebagai aditif untuk pakan (<http://tienthang.com.vn>). Begitu juga penambahan CNSL pada kultur media rumen dapat menurunkan emisi gas CO₂ dan CH₄ secara signifikan (Tabel 7). Khusus gas metana tidak terdeteksi karena menurun sebesar 98% (Kobayashi *et al.*, 2010)

Tabel 7. Produksi gas in vitro dari kultur media rumen yang diberi CNSL

Table 7. Production of gases in vitro from the culture media fed rumen CNSL

Perlakuan	CO ₂ (ml)	CH ₄ (ml)
Kontrol	2,54 ± 0,65	0,78 ± 0,27
Penambahan CNSL 500 mg/l	1,85 ± 0,30	0,01 ± 0,01

Sumber: Kobayashi *et al.* (2010)

Source : Kobayashi *et al.* (2010)

Buah semu

Dari buah semu jambu mete dapat dibuat bioetanol dengan cara fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, etanol yang dihasilkan sebesar 7,62% (Neelakandan dan Usharani, 2009).

Penggunaan bioetanol dari buah semu jambu mete sebagai bahan bakar mempunyai beberapa keunggulan, di antaranya kandungan oksigen yang tinggi (35 %) sehingga jika dibakar sangat bersih, serta ramah lingkungan karena emisi gas karbon monoksida lebih rendah 19-25% dibanding BBM sehingga tidak memberikan kontribusi pada akumulasi karbon dioksida di atmosfer. Campuran etanol dengan bahan bakar minyak dapat menurunkan emisi berbagai jenis gas berbahaya seperti terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Penurunan emisi gas pada dua campuran etanol rendah dan tinggi

Table 8. Reduction of gases emission on the two low and high ethanol blends

Emisi	Campuran rendah (E10)	Campuran tinggi (E85)
Karbon monoksida (CO)	Turun 25-30%	Turun 25-30%
Karbon dioksida (CO ₂)	Turun 10%	Turun hingga 100% (E100)
Nitrogen Oksida (Nx)	Turun atau naik 5%	Turun hingga 20%
Volatil Karbon Organik Knalpot Menguap	Turun 7% Tidak ada perubahan (di Kanada)	Turun 30% atau lebih Menurun
Sulfur dioksida (SO ₂) dan partikel zat	Menurun	Menurun signifikan
Aldehida	Meningkat 30-50% (diabaikan)	Tidak cukup data
Aroma (Benzena dan Butadin)	Menurun	Menurun > 50%

Sumber : <http://www.sentex.net/~crfa/emissionsimpact.html>

Source : <http://www.sentex.net/~crfa/emissionsimpact.html>

c. Pengelolaan Lahan

Pengolahan tanah untuk penanaman jambu mete berpengaruh terhadap stok karbon di dalam tanah. Usahatani tanpa pengolahan tanah dapat menambat karbon sebesar 1100 kg CO₂-eq/ha/tahun, sedangkan tanah yang diolah secara konvensional tidak dapat menambat karbon. Tanah yang ditanami legume dapat menambat karbon antara 290-400 kg CO₂-eq/ha/tahun (Tabel 9).

Tabel 9. Penyerapan karbon pada berbagai sistem usahatani
Table 9. Carbon sequestration in different farming systems

Sistem Usahatani	Penyerapan karbon (kg CO ₂ -eq/ha/ tahun)
Pengolahan tanah konvensional	0
Tanpa pengolahan tanah	1100
Input rendah dengan legum penutup tanah	400
Organik dengan legum penutup tanah	290

Sumber : Robertson *et al.* (2000)

Source : Robertson *et al.* (2000)

Pengelolaan lahan tanaman jambu mete dengan memperhatikan aspek konservasi ditambah dengan pemberian mulsa dan pupuk kompos akan berdampak positif pada penambatan karbon (Tabel 10)

Untuk mengurangi Emisi GRK diantaranya dapat dilakukan dengan pengembangan budidaya tanaman jambu mete organik, selain menghasilkan tanaman yang sehat, tentunya juga mengurangi penggunaan pupuk kimia, pestisida yang bila digunakan secara berlebihan akan memicu meningkatnya GRK. Praktek pertanian yang menjamin keberlanjutan produksi dan produktivitas komoditas pertanian adalah dengan sistem pertanian organik yaitu sistem pertanian dengan penggunaan bahan kimia baik dalam penggunaan pupuk maupun pestisida sintetik seminimal mungkin. Untuk memenuhi unsur hara yang diperlukan tanaman dilakukan dengan pengelolaan bahan organik tanah dan pemakaian pupuk hayati, sedang untuk pemberantasan organisme pengganggu tanaman dilakukan dengan

memberikan pestisida nabati. Nemecek, *et al.* (2005) mengemukakan bahwa emisi GRK dari pertanian organik 36% lebih rendah dibanding pertanian konvensional.

Tabel 10. Pengaruh pengelolaan lahan terhadap penambatan karbon

Table 10. Effect of land management on carbon sequestration

Teknologi	Potensi penyerapan karbon (t C/ha/tahun)
Pengolahan tanah berbasis Konservasi	0,10 – 0,20
Pemberian Mulsa (4–6 Mg/ha/tahun)	0,05 – 0,10
Pemberian kompos (20 Mg/ha/tahun)	0,10 – 0,20
Konservasi air	0,10 – 0,30
Penanaman hutan (afforestation)	0,05 – 0,10

Sumber: Lal *et al.* (1998)

Source : Lal *et al.* (1998)

d. Pemberian pupuk organik

Pada lahan marginal pemberian pupuk kompos selain dapat meningkatkan kandungan hara dan memperbaiki sifat fisik tanah, juga dapat meningkatkan stok karbon. Penelitian di daerah padang pasir Mesir menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos sebanyak 47,6 m³/ha/tahun selama 30 tahun akan menambah karbon ke dalam tanah sebesar rata-rata 0,88 t/ha/tahun atau setara dengan 3,23 t CO₂-eq/ha/tahun. 1 ton kompos akan menyerap 67,79 kg CO₂ (Tabel 11) (Luske dan van der Kamp, 2009).

Aplikasi pupuk pekarangan 3 ton/ha dan serasah tanaman 0,6 t/ha di lahan kering Kenya, pada tahap awal dapat memberikan stok karbon 18 t C/ha, dan pada tahap berikutnya dapat meningkatkan stok karbon tanah 0,7 t C/ha/tahun (Farage *et al.*, 2003). Pemberian legum akan menambah kandungan karbon dalam tanah rata-rata sebesar 744 kg/ha, sedangkan pupuk organik (*manure*) 1,217 kg/ha. (Pimentel *et al.*, 2005).

Tabel 11. Suplai karbon melalui pemberian kompos dan jumlah tersisa per ha

Table 11. Supply of carbon through the provision of compost and the amount remaining per ha

No	Uraian	Kadar
1	Pemberian kompos (m ³ /tahun/ha)	47,62
2	Suplai karbon organik (t/tahun/ha)	6,42
3	Suplai karbon organik dalam 30 tahun (t/ha)	192,55
4	Stok karbon tahun pertama (t/ha)	3,90
5	Stok karbon saat ini (t/ha)	30,30
6	Penyerapan (sequestration) C dalam 30 tahun (t/ha)	26,40
7	Karbon organik yang tersisa setelah 30 tahun	14%
8	Rata-rata penyerapan C (t/tahun/ha)	0,88
9	Potensi mereduksi CO ₂ (t CO ₂ -eq/tahun/ha)	3,23
10	Reduksi CO ₂ setelah 30 tahun (ton CO ₂ -eq/ha)	96,8

Sumber : Luske dan van der Kamp (2009)

Source : Luske dan van der Kamp (2009)

KESIMPULAN

Perubahan iklim terjadi karena meningkatnya konsentrasi GRK di atmosfer. Dampak perubahan iklim (pola curah hujan) pada tahun 2010 mengakibatkan produksi jambu mete di Ngadirojo, Sidoharjo, Selogiri dan Muna mengalami penurunan dibanding tahun 2009 (iklim normal) masing-masing 49,30, 48,75, 50,85 dan 93,63%. Upaya penanggulangan terhadap perubahan iklim dapat dilakukan melalui antisipasi, adaptasi dan mitigasi.

Peran tanaman jambu mete dalam mitigasi perubahan iklim yaitu dapat mengurangi kandungan CO₂ di udara melalui penyerapan CO₂ oleh tanaman sehingga dan pemanfaatan limbah jambu mete untuk CNSL (kulit gelondong) dan bioetanol (buah semu) yang menghasilkan emisi GRK rendah. Selain itu pengelolaan lahan dan pemberian pupuk organik juga berperan cukup penting dalam mengurangi emisi GRK.

Penanaman dan pemanfaatan limbah jambu mete perlu dilakukan secara intensif, agar kejadian perubahan iklim dapat dikurangi. Dalam pengembangan jambu mete sebaiknya menggunakan aksesori atau varietas yang toleran terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. dan I. Las. 1991. Peta kesesuaian iklim dan lahan untuk pengembangan tanaman jambu mete di Indonesia. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 16 hal.
- Aprilia, S., Fauzi, dan Y. Syamsuddin. 2006. Sintesis, karakterisasi pembuatan polyol dari minyak kelapa sawit (*crude oil palm*). Prosiding Teknologi Oleo dan Petrokimia Indonesia. Pekanbaru.
- Ashari, S. 1995. Hortikultura: Aspek budidaya. UI Press. Jakarta. 485 hal.
- BMG, 2006. Pemutakhiran prakiraan musim hujan 2006-2007 dan gejala cuaca ekstrim saat pancaroba. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta. 42 hal
- Blaikie, S. J., Chacko, E. K., Lu, P., W. J. Muller 1998. Productivity and water relations of fieldgrown cashew: a comparison of sprinkler and drip irrigation. Australian Journal of Experimental Agriculture 41(5): 663-673.
- BPS Kabupaten Muna. 2011. Kabupaten Muna dalam angka 2011. Badan Pusat Statistik Kabupaten Muna.
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Wonogiri. 2011. Statistik perkebunan Kabupaten Wonogiri. Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Wonogiri. 24 hal.

- Ditjenbun. 2010. Statistik perkebunan Indonesia 2009-2010. jambu mete. Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Farage, P., J. Pretty, and A. Ball, 2003. Carbon sequestration in tropical dryland agroecosystems – modelling report. University of Essex, UK.
- Firman, C. 2006. Teknik peningkatan produksi jambu mete (*Anacardium occidentale* L) melalui teknik rorak. Buletin Teknik Pertanian 11(2):64-66.
- Ghosh, S.N. 1995. Studies on effect of watering during flowering and fruiting on yield of cashew. The Cashew 9:5-8
- Grundon, N.J. 1999. Overview of Australian cashew literature. CSIRO Land and Water Techninal Report 25/99. 47p.
- Hadad, E.A., Kartosoewarno, S. dan Koerniati, S. 1995. Pemutihan blok penghasil tinggi jambu mete di daerah Propinsi Sultra. Kerjasama Balitro dengan Ditjenbun. Balitro. Bogor. 31p.
- Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77p.
- Hermanto dan R. Zaubin. 2001. Persyaratan lingkungan tubuh jambu mete. Monograf Jambu Mete No. 6. Puslitbangbun. Hal 31-36.
- <http://tienthang.com.vn>. Diakses 10 Oktober 2011
- <http://www.sentex.net/~crfa/emissionsimpact.html>. Diakses 5 Oktober 2011
- International Centre for Science and High Technology. 2011. Cashew nut integrated project food, energy and industry. UNIDO. 11 hal.
- Iskandar, H., D. Murdiyarso and M. Kanninen. 2006. Bombana mixed-tree species, Indonesia. community forest management as a carbon mitigation option case studies. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia 125p.
- Kementerian Pertanian. 2011. Road map strategi sektor pertanian menghadapi perubahan iklim. Kementerian Pertanian. Jakarta. 102 hal.
- Kobayashi, Y., K. Nagashima and M. Mochizuki. 2010. Effects of cashew nut shell liquid (CNSL) on gas production and production of volatile fatty acids In vitro. United States Patent Application Publication. p. 9.
- Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R.F. & Cole, C.V. 1998. The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Chelsea, USA, Ann. Arbor. Press. 128p.
- Las, I., A. Pramudia, E. Runtunuwu dan P. Setyanto. 2011. Antisipasi perubahan iklim dalam mengamankan produksi beras nasional. Pengembangan Inovasi Pertanian. Kebijakan Harga dan Perubahan Iklim : Prakondisi Usaha Tani Padi Berkelanjutan 4 (1): 76-86.
- Leopold, A.C and Kriedeman. 1975. Plant growth and development. Tata McGraw Hill. Publishing Co., Ltd. New Delhi.
- Luske, B and van der Kamp, J. 2009. Carbon sequestration potential of reclaimed desert soils in Egypt. In press. Louis Bolk Institute and Soil and More International, The Netherlands. 35p.
- Mole, P. N. 2000. An economic analysis of smallholder cashew development opportunities and linkages to food security, in Mozambique. Northern province of Nampula, Michigan state university, Department of Agricultural Economics.

- Neelakandan, T and G. Usharani. 2009. Optimization and production of bioethanol from cashew apple juice using immobilized yeast cells by *saccharomyces cerevisiae*. *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 4 (2): 85-88,
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., Gaillard, G. (2005): Ökobilanzierung von anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. *Schriftenreihe der FAL* 58. FAL Reckenholz, Zürich. 155p.
- Noeralam. 2002. Teknik pemanenan air yang efektif dalam pengelolaan lengas tanah pada usahatani lahan kering. Disertasi Program Pasca Sarjana IPB.
- Oliveira, V.H., F.R. Miranda, R.N. Lima, and R.R.R. Cavalcante. 2006. Effect of irrigation frequency on cashew nut yield in Northeast Brazil. *Scientia Horticulturae* 108 : 403–407.
- Petrovic, Z.S., Zhang, W., and Javni, I. 2005. Structure and properties of polyurethanes prepared from triglyceride polyols by ozonolysis. *Biomacromolecules* 6 : 713-719.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., and R. Seidel. 2005. environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience* 55(7):573-582.
- Prasada, R and Gopakumar, C.S. 1994. Climate and cashew. *The cashew* 8:3-9.
- Robertson, G.P., Paul, E.A., Harwood, R.R. (2000): Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. *Science* 289, 1922-1925.
- Salinger, M.J. 2005. Climate variability and change : past, present and future over view. *Climate Change* 70: 9-29.
- Sathaye J. 1999. Climate change mitigation: Forestry potensial in developing countries. Paper presented in the International Workshop on The Development of Climate Change Action Plants. ADB-Manila. Dec. 1999. p. 7 –10
- Schelhaas, M.J., van Esch, P.W., Groen, T.A., de Jong, B.H.J., Kanninen, M., Liski, J., Masera, O., Mohren, G.M.J., Nabuurs, G.J., Palosuo, T., Pedroni, L., Vallejo, A. and Vilen, T. 2004 CO2Fix V 3.1—description of a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems and wood products. *ALTERRA Report* 1068. Wageningen, The Netherlands.
- Sinaga, M.S. 2005. Epoksidasi minyak sawit dengan proses in Situ. *Jurnal Teknologi Proses USU* 4(2):34-39.
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko. 2007. Agriculture. In *Climate Change (2007): Mitigation. contribution of working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Surmaini, E., E. Runtunuwu dan I. Las. 2011. Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30 (1): 1-7
- UNDP Indonesia. 2007. Sisi lain perubahan iklim : Mengapa Indonesia harus beradaptasi untuk melindungi rakyat iskinnya. *Keen Media (Thailand) Co., Ltd.*
- Zaubin, R. 2002. Peningkatan produktivitas dan nilai tambah menunjang agribisnis jambu mente. *Kerjasama Proyek P2RWT/EISCDP-IFAD Ditjenbun dan Balittro. Balittro. Bogor.* 5 hal.