



DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Ringkasan.....	xvi
Intisari	xvii
Abstract	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Keaslian Penelitian.....	7
1.4 Tujuan Penelitian	19
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	20
1.6 Manfaat Penelitian	21
1.6.1 Manfaat Ilmu Pengetahuan	21
1.6.2 Manfaat Praktis	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	22
2.1 Tinjauan Pustaka	22
2.2 Landasan Penelitian	24
2.2.1 Karst, Karstifikasi dan Mintakat Epikarst.....	24
2.2.2 Hidrokimia Karst	31
2.2.3 Mekanisme Siklus Karbon	33
2.2.3.1 Pengikatan CO ₂ oleh Presipitasi di Udara	35
2.2.3.2 Reaksi Kimia CO ₂ di Permukaan Tanah dan Tanah	36
2.2.3.3 Reaksi Kimia CO ₂ di Air	37
2.2.3.4 Reaksi CO ₂ pada Batuan	37
2.1.4 Perhitungan Simpanan Karbon	38



2.1.4.1 Neraca Air	38
2.1.4.2 Serapan Karbon Inorganik	40
2.1.4.3 Serapan Karbon Organik	42
2.3 Kerangka Pemikiran	43
2.4 Pertanyaan Penelitian	48
BAB III METODE PENELITIAN	49
3.1 Jenis dan Metode Penelitian	49
3.2 Lokasi Penelitian.....	50
3.3 Prosedur Penelitian	53
3.3.1 Tahap Pra Lapangan	53
3.3.2 Tahap Lapangan	53
3.3.3 Tahap Analisis	54
3.3.4 Metode Survei.....	54
3.3.4.1 Pengambilan Sampel	54
3.3.4.2 Variabel, Data, Bahan dan Alat, serta Teknik Pengambilan Data	55
3.3.4.3 Analisis Data	56
3.3.4.3.1 Karakterisasi Hidrokimia di Mataair Kakap.....	58
3.3.4.3.1.1 Kimia Sampel Air di Labooratorium	58
3.3.4.3.1.2 Analysis of Charge Balance Calculation	58
3.3.4.3.1.3 Tekanan Parsial CO ₂	59
3.3.4.3.1.4 Index Kejenuhan.....	59
3.3.4.3.2 Neraca Air	59
3.3.4.3.2.1 Evapotranspirasi	60
3.3.4.3.2.2 Presipitasi	61
3.3.4.3.2.3 Debit Aliran	61
3.3.4.3.3 Serapan Karbon Inorganik	63
3.3.4.4 Penyajian Data	63
3.3.4.4.1 Hidrokimia Mataair	63
3.3.4.4.2 Neraca Air	63
3.3.4.4.3 Serapan Karbon Inorganik	64



3.3.5 Metode Eksperimen	65
3.3.5.1 Karakteristik Media Penelitian	65
3.3.5.1.1 Dimensi Bak Tanaman dan Kolam Perkolasi.....	65
3.3.5.1.2 Batuan dan Tanah	67
3.3.5.2 Instalasi Alat.....	69
3.3.5.3 Pengambilan Sampel	70
3.3.5.4 Variabel, Data, Bahan dan Alat, Teknik Pengambilan Data.....	71
3.3.5.5 Metode Analisa Data.....	72
3.3.5.5.1 Neraca Air.....	72
3.3.5.5.2 Serapan Karbon Inorganik.....	72
3.3.5.5.3 Serapan Karbon Organik	75
3.3.5.6 Penyajian Data.....	75
3.3.6 Model Siklus Karbon di Mintakat Epikarst.....	76
3.3.6.1 Variabel, Data, Bahan dan Alat, Teknik Pengambilan Data.....	76
3.3.6.2 Metode Analisis dan Penyajian Data	77
3.4 Terminologi.....	80
BAB IV HASIL PENELITIAN	86
4.1 Deskripsi Wilayah Penelitian	86
4.1.1 Iklim	86
4.1.1.1 Suhu Udara	86
4.1.1.2 Hujan	87
4.1.2 Geologi.....	88
4.1.2.1 Sekuen Stratigrafi	89
4.1.2.3 Struktur Geologi	93
4.1.3 Geomorfologi	93
4.1.4 Hidrologi	95
4.1.4.1 Aliran Permukaan	95
4.1.4.2 Mataair dan Doline	96
4.1.4.3 Hidrogeologi	100
4.1.5 Penggunaan Lahan	102



4.1.6 Suhu dan Kelembaban Udara.....	107
4.2 Karakterisasi Hidrokimia di Mintakat Epikarst	112
4.2.1 Hidrokimia Air Hujan	112
4.2.2 Hidrokimia Mataair Kakap	114
4.2.3 Hidrokimia Krasak.....	119
4.2.3.1 Kimia Mayor	119
4.2.3.2 Alkalinity dan Kalsium	122
4.3 Karakteristik Neraca Air dan Karbon di Mintakat Epikarst.....	126
4.3.1 Karakterisasi Neraca Air.....	126
4.3.1.1 Hujan	126
4.3.1.2 Evaporasi dan Evapotranspirasi	129
4.3.1.3 Debit Mataair.....	131
4.3.1.3.1 Validasi Perekaman Tinggi Muka Air	131
4.3.1.3.2 Pengukuran Debit	132
4.3.1.4 Overland Flow	138
4.3.1.5 Perkolasi	140
4.3.2 Karakterisasi Neraca Karbon	142
4.3.2.1 Karbon Organik Tanah di DTA Kakap	142
4.3.2.2 Karakteristik Karbon di Bak Eksperimen	145
4.3.2.2.1 Karakteristik Tanah	145
4.3.2.2.2 Karbon Organik Tanah	147
6	
BAB V PEMBAHASAN	150
5.1 Karakteristik Hidrokimia Air di Mintakat Epikarst	150
5.2 Karakteristik Neraca Air dan Karbon di Mintakat Epikarst	168
5.2.1 Neraca Air	168
5.2.2 Neraca Karbon	179
5.3 Model Siklus Karbon di Mintakat Epikarst	185
5.4 Temuan Penelitian	190
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	195
6.1 Kesimpulan	195



6.2 Saran	196
6.3 Keterbatasan Penelitian	201
DAFTAR PUSTAKA	203



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Ringkasan Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.1	Perbandingan Tingkat Pelarutan pada Batuan Kalsit	34
Tabel 2.2	Perbandingan Pelarutan Kalsit di System Terbuka dan Tertutup pada P(CO ₂) 2 Vol% dan P(CO ₂) 20 Vol%	36
Tabel 3.1	Kriteria Index Kejenuhan	53
Tabel 3.2	Data dan Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	57
Tabel 3.3	Karakteristik Media dalam Penelitian	63
Tabel 3.4	Data dan Alat yang Digunakan dalam Penelitian	70
Tabel 3.5	Data dan Alat yang Digunakan dalam Penelitian	75
Tabel 3.6	Ringkasan Rencana Penelitian	76
Tabel 4.1	Sebaran Penggunaan Lahan di Karst Wonogiri	102
Tabel 4.2	Sebaran Penggunaan Lahan di DTA Mataair Kakap	103
Tabel 4.4	Suhu Daerah Penelitian Intensitas Air Hujan di Daerah Penelitian	108
Tabel 4.5	Kandungan Kimia Mayor pada Sampel Hujan	112
Tabel 4.6	Kandungan Kimia Mayor Air Mataair Kakap Setiap Bulan Selama Penelitian	117
Tabel 4.7	Kimia Mayor Berdasarkan Media Tanam.....	123
Tabel 4.9	Hujan di Daerah Penelitian	128
Tabel 4.10	Validasi Pencatatan TMA pada Logger	132
Tabel 4.11	Data Debit Pengukuran di Lapangan dan Data Tinggi Muka Air Berdasarkan Perekaman Logger AWLR	134
Tabel 4.12	Waktu yang Diperlukan untuk Mencapai Puncak Aliran (TP)	135
Tabel 4.13	Konstanta Resesi Baseflow pada beberapa debit puncak di Mataair	136
Tabel 4.14	Rerata Bulanan Aliran Difuse di Mataair Kakap	137
Tabel 4.15	<i>Overland Flow</i> Selama Musim Tanam	139
Tabel 4.16	Perkolasi pada Beberapa Bak Eksperimen.....	142
Tabel 4.17	Jumlah Emisi Tanah di DTA Kakap	143
Tabel 4.18	Komponen Tekstur Tanah pada Media Penelitian	145



Tabel 4.19 Sifat Kimia Tanah Media Penelitian	147
Tabel 4.20 Nilai CO ₂ Tanah pada Beberapa Tanaman dan Umur Tanaman ..	148
Tabel 5.1 Perubahan Suhu Mataair Kakap pada Saat Terjadi Debit Puncak	156
Tabel 5.2 Statistik Hidrokimia antara Masim Hujan dan Kemarau	160
Tabel 5.3 Statisti Malam dan Siang Hari Mataair Kakap pada Musim Hujan dan Kemarau	164
Tabel 5.4 Hidrogeokimia pada Mataair Kakap, Ngeleng, Bribin dan Seropan.....	165
Tabel 5.5 Neraca Air pada Beberapa Tanaman.....	174
Tabel 5.6 Kandungan Karbon Organik Tanah pada Beberapa Tanaman.....	176
Tabel 5.7 Perbandingan Karbon Organik Tanah pada Beberapa Penelitian di Daerah Karst	177
Tabel 5.8 <i>Carbon Sink</i> di Mataair Kakap.....	179
Tabel 5.9 Perbandingan Serapan Karbon di Beberapa Lokasi.....	181
Tabel 5.10 Serapan CO ₂ pada Bak Eksperimen	184
Tabel 5.11 Serapan CO ₂ pada Beberapa Tanaman	185
Tabel 5.12 Distribusi Serapan Karbon dalam Sistem Karst	186
Tabel 5.13 Distribusi Neraca Air dalam Sistem Epikarst	187
Tabel 5.14 Temuam Tujuan 1 dan Kontribusi Terhadap Ilmu Pengetahuan ..	191
Tabel 5.15 Temuan Tujuan 2, Karakteristik Neraca Karbon	193
Tabel 6.1 Kebutuhan Air dan Serapan Karbon pada Beberapa Tanaman	199

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lingkup Penelitian Dibandingkan dengan Penelitian Sebelumnya	11
Gambar 2.1	Perkembangan Penelitian Hidrologi dan Karbon di karst	20
Gambar 2.1	Ilustrasi Pokok Struktur dan Karakter Hidrologi di Epikarst dan Hubungannya dengan Zona Vadose	27
Gambar 2.2	Faktor Pengontrol yang Mempengaruhi Pembentukan Epikarst.....	28
Gambar 2.3	Evolusi Bentuk Epikarst dan Perubahan	29
Gambar 2.4	Proses Utama Generasi, Migrasi dan Convensi CO ₂ Tanah.....	32
Gambar 2.5	Reaksi Kimia pada Pelarutan di Batuan Karbonat	33
Gambar 2.6	Konsep Neraca Air di Karst	39
Gambar 2.7	Kerangka Pemikiran Penelitian	45
Gambar 3.1	Mataair Kakap di Kabupaten Wonogiri	49
Gambar 3.2	Peta Daerah Tangkapan Air di Mataair Kakap.....	54
Gambar 3.3	Alat yang Digunakan dalam Penelitian	56
Gambar 3.4	Langkah Kegiatan untuk Memperoleh Hidograf Aliran	58
Gambar 3.5	Contoh Tampilan Chemograf dalam Sehari sebagai Dasar untuk Analisis Hasil	61
Gambar 3.6	Stratigrafi Media Eksperimen dan Alat Penelitian yang digunakan dalam Penelitian.....	64
Gambar 3.7	Persiapan Media Eksperimen	65
Gambar 3.8	Instalasi Alat di Daerah Penelitian	67
Gambar 3.9	Alat yang Dugunakan pada Pengukuran Langsung	79
Gambar 3.10	Diagram Alir Penelitian.....	83
Gambar 4.1	Peta Geologi Kawasan Karst Gunungkidul.....	89
Gambar 4.2	Stratigrafi Pegunungan Selatan Jawa Tengah dan Jawa Timur dari Berbagai Sumber	90
Gambar 4.3	Singkapan Batugamping Berlapis Mengarah ke Selatan pada Perbatasan Formasi Wonosari dan Baturetno	91



Gambar 4.4	Kenampakan Bukit Karst dari Giri Belah Wonogiri	93
Gambar 4.5	Karren yang Merupakan Salah Satu Mikro Morfologi.....	93
Gambar 4.6	Sebaran Mataair dan Dolin di Karst Gunungsewu	96
Gambar 4.7	Kejadian Secara Umum Mataair dan Aliran Airtanah di Sub Sistem Panggang	97
Gambar 4.8	Sumber Bamban, Salah Satu Mataair yang Terletak di Pertengahan Karst.....	97
Gambar 4.9	Danau Doline yang dalam Istilah Lokal Disebut Telaga	98
Gambar 4.10	Model Hidrogeologi Konseptual Daerah Gunungsewu	99
Gambar 4.11	Hidrogeologi Karst Gunungsewu Berdasarkan Distribusi Konsertrasi Mataair	100
Gambar 4.12	Penggunaan Lahan Tegalan dengan Penutup Lahan Tanaman Jagung pada Musim Hujan dan Kemarau.....	103
Gambar 4.13	Sebaran Penggunaan Lahan di Karst Gunungsewu.....	104
Gambar 4.14	Peta Penggunaan Lahan di DTA Kakap Giriwoyo Kabupaten Wonogiri	105
Gambar 4.15	Variasi Temporal Temperatur dan Kelembaban Relatif di DTA Mataair Kakap.....	109
Gambar 4.16	Variasi Temporal Temperatur dan Kelembaban Relatif di Dusun Krasak	110
Gambar 4.17	Diagram Piper Kimia Air Hujan di Daerah Penelitian	113
Gambar 4.18	Diagram Piper Mataair Kakap.....	115
Gambar 4.19	Hubungan Kimia Mayor dan Daya Hantar Listrik di Mataair Kakap	118
Gambar 4.20	Diagram Piper Kimia Air pada Percobaan	120
Gambar 4.21	Hubungan antara Alkalinity dan Umur Tanaman pada Beberapa Tanaman	122
Gambar 4.22	Hubungan Kalsium dan Umur Tanaman pada Beberapa Penutup Lahan.....	124
Gambar 4.23	Pengambilan data HCO_3^- dan Kalsium pada Beberapa Penutup Lahan	125



Gambar 4.24	Sebaran Hujan Selama Dua Tahun di DTA Mataair Kakap.....	127
Gambar 4.25	Sebaran Hujan Selama Musim Hujan di Dusun Krasak.....	128
Gambar 4.26	Variasi Temporal Evapotranspirasi di Mataair Kakap	130
Gambar 4.27	Variasi Temporal dan Hujan di Dusun Krasak.....	131
Gambar 4.28	Validasi Waktu Pencatatan Logger AWLR di Mataair Kakap	132
Gambar 4.29	Debit dan Keekeruhan Mataair Kakap	133
Gambar 4.30	Stage Discharge Rating Curve Mataair Kakap.....	135
Gambar 4.31	<i>Hietograph</i> dan Hidrograf Mataair Kakap	136
Gambar 4.32	<i>Base flow</i> Mataair Kakap.....	138
Gambar 4.33	Bak Penampungan untuk Mengukur <i>Overland Flow</i> secara Langsung	138
Gambar 4.34	Rekaman Hujan yang Terjadi di Daerah Penelitian	140
Gambar 4.35	Rekaman Perkolasi pada Beberapa Bak Penelitian yang Menunjukkan Respon Media terhadap Hujan	141
Gambar 4.36	Foto Kondisi Lapangan pada Saat Pengukuran Sampel Karbon dioksida Tanah pada Waktu yang Berbeda	144
Gambar 4.37	Hubungan antara CO ₂ Tanah dan Umur Tanaman.....	148
Gambar 4.38	Pengambilan Sampel CO ₂ Tanah pada Beberapa Tanaman.....	149
Gambar 5.1	Hubungan antara Debit dan Persentasi Aliran Difuse pada Musim Hujan dan Kemarau	151
Gambar 5.2	Hubungan antara Hidrokimia dan Persentasi Aliran Difuse Mataair Kakap	154
Gambar 5.3	Karakteristik Hidrokimia Mataair Kakap.....	157
Gambar 5.4	Temperatur Udara yang Lebih Rendah daripada Temperatur Air Mataair pada Delapan Kali Kejadian Banjir Hidrograf	161
Gambar 5.5	Hubungan antara Debit dan SPC pada Musim Hujan dan Kemarau.....	162
Gambar 5.6	Variasi Harian Hidrokimia Musim Hujan dan Musim Kemarau	163
Gambar 5.7	Neraca Air Mataair Kakap.....	170
Gambar 5.8	Model Neraca Air di Daerah Penelitian	171



Gamabr 5.9	Model Neraca Air pada Beberapa Tanaman	173
Gambar 5.10	Variasi Temporal Serapan Karbon dan HCO_3^- di Mataair Kakap.....	179
Gambar 5.11	Hubungan antara Serapan CO_2 dan Umur Tanaman.....	183
Gambar 5.12	Karakteristik Tanah pada Tanaman Ketela, Jagung dan Padi pada Saat Tidak Terjadi Hujan	188
Gambar 5.13	Model Mekanisme Serapan Karbon di Mintakat Epikarst	189
Gambar 6.1	Kebutuhan Air pada Tanaman Selama Musim Tanam.....	196
Gambar 6.3	Serapan Karbon yang Dihasilkan oleh Aktivitas Tanaman Selama Musim Tanam.....	197



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Curah hujan di Dusun Krasak
Lampiran 2	Perbandingan pengukuran Evaporasi dengan Pan Evaporasi dan Penman
Lampiran 3	Perhitungan Evapotranspirasi rerata bulanan DTA Mataair Kakap
Lampiran 4	Hasil Pengukuran Evaporasi Dusun Krasak
Lampiran 5	Kurva Resesi di Mataair Kakap
Lampiran 6	Perhitungan Kurva Resesi pada Kejadian Banjir 23 Januari 2015
Lampiran 7	<i>Time to Peak (Tp)</i> 46-7 April 2015
Lampiran 8	Penghitungan Neraca Air Mataair Kakap 6 april14 - 5 april15
Lampiran 9	Hubungan antara Tempertur Udara dan Air pada Debit Banjir
Lampiran 10	Perhitungan Serapan Karbon
Lampiran 11	Perhitungan Neraca Air Bak A (Lahan Kosong)
Lampiran 12	Penghitungan Nilai Evaporasi
Lampiran 13	Penghitungan <i>Overlandflow</i> pada Lahan Kosong
Lampiran 14	Penghitungan <i>Overlandflow</i> pada Tanaman Ketela
Lampiran 15	Penghitungan <i>Overlandflow</i> pada Tanaman Kacang
Lampiran 16	Penghitungan <i>Overlandflow</i> pada Tanaman Jagung
Lampiran 17	Penghitungan <i>Overlandflow</i> pada Tanaman Padi
Lampiran 18	Penghitungan Perkolasi pada Lahan Kosong
Lampiran 19	Penghitungan Perkolasi pada Tanaman Ketela
Lampiran 20	Penghitungan Perkolasi pada Tanaman Kacang
Lampiran 21	Penghitungan Perkolasi pada Tanaman Jagung
Lampiran 22	Penghitungan Perkolasi pada Tanaman Padi
Lampiran 23	Penghitungan Neraca Air pada Lahan Kosong
Lampiran 24	Penghitungan Neraca Air pada Tanaman Ketela
Lampiran 25	Penghitungan Neraca Air pada Tanaman Kacang
Lampiran 26	Penghitungan Neraca Air pada Tanaman Jagung
Lampiran 27	Penghitungan Neraca Air pada Tanaman Padi



- Lampiran 28 Penghitungan Kandungan Karbon Tanah (Pengambilan sampel 14 Januari 2015)
- Lampiran 29 Penghitungan Kandungan Tabel Pengambilan (Pengambilan Sampel 11 Maret 2015)
- Lampiran 30 Penghitungan debit pada bak eksperimen lahan kosong
- Lampiran 31 Penghitungan debit pada bak eksperimen dengan tanaman ketela
- Lampiran 32 Penghitungan debit pada bak eksperimen dengan tanaman kacang
- Lampiran 33 Penghitungan debit pada bak eksperimen dengan tanaman Jagung
- Lampiran 34 Penghitungan Debit pada Bak Eksperimen dengan Tanaman Padi
- Lampiran 35 Penghitungan Serapan Karbon pada Bak Eksperimen Lahan Kosong
- Lampiran 36 Penghitungan Serapan Karbon pada Bak Eksperien dengan Tanaman Ketela
- Lampiran 37 Penghitungan Serapan Karbon pada Bak Eksperien dengan Tanaman Kacang
- Lampiran 38 Tabel Penghitungan Serapan Karbon pada Bak Eksperien dengan Tanaman Jagung
- Lampiran 39 Tabel Penghitungan Serapan Karbon pada Bak Eksperien dengan Tanaman Padi
- Lampiran 40 Hubungan antara Umur Tanaman dan Serapan CO₂ pada Lahan Kosong
- Lampiran 41 Hubungan antara Umur Tanaman dan Serapan CO₂ pada Tanaman Ketela
- Lampiran 42 Hubungan antara Umur Tanaman dan Serapan CO₂ pada Tanaman Kacang
- Lampiran 43 Hubungan antara Umur Tanaman dan Serapan CO₂ pada Tanaman Jagung



- Lampiran 44 Hubungan antara Umur Tanaman dan Serapan CO₂ pada Tanaman Padi
- Lampiran 45 Penghitungan Serapan CO₂ Selama Masa Tanam Lahan Kosong
- Lampiran 46 Penghitungan Serapan CO₂ Selama Masa Tanam Tanaman Ketela
- Lampiran 47 Penghitungan Serapan CO₂ Selama Masa Tanaman Kacang
- Lampiran 48 Penghitungan Serapan CO₂ Selama Masa Tanam Tanaman Jagung
- Lampiran 49 Penghitungan Serapan CO₂ Selama Masa Tanam Tanaman Padi
- Lampiran 50 Serapan CO₂ pada Penutup Lahan Selama Musim Tanam
- Lampiran 51 Serapan CO₂ pada Beberapa Tanaman