UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI i
DAFTAR TABEL iii
DAFTAR GAMBAR viii
INTISARI ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 7
1.3. Keaslian Penelitian 8
1.4. Manfaat Penelitian 12
1.5. Tujuan Penelitian 13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 14
2.1. Perubahan Iklim 14
2.2. Stok Karbon 15
2.3. Bentang Alam 24
2.4. Solusi Berbasis Alam 28
2.5. Nilai Ekonomi Karbon 35
2.6. Landasan Teori dan Kerangka Pikir Penelitian 40
BAB III METODE PENELITIAN 43
3.1. Lingkup dan Batasan Penelitian 43
3.2. Variabel yang Digunakan 45
3.3. Alat dan Bahan 46
3.4. Metode 47
3.5. Penyajian Data 83
3.6. Alur Kerja Penelitian 84
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 86
4.1. Analisis Stok Karbon 86
4.2. Analisis Potensi Solusi Berbasis Alam 104
4.3. Analisis Nilai Ekonomi Karbon 137
4.4. Analisis Rekomendasi Kebijakan 149

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN …….. 161
DAFTAR PUSTAKA …….. 164
LAMPIRAN ……. 172

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Penelitian Relevan yang Telah Dilakukan Sebelumnya …….	9
Tabel 2.1.	Klasifikasi *Nature-based Solution* di sektor FOLU ……	31
Tabel 3.1.	Panduan Saluran (*Band*) pada Citra Satelit Sentinel-2…….	48
Tabel 3.2.	Data Tabular Perhitungan Stok dan Serapan Karbon ……..	58
Tabel 3.3.	Jenis Pohon yang direkomendasikan untuk Ditanam di Areal NbS Kategori I ……...	69
Tabel 3.4.	Perbandingan Skenario BaU dan NbS pada Areal NbS Strategis I. ……	69
Tabel 3.5.	Tutupan Lahan dan Estimasi Potensi Serapan Karbon Skenario BaU pada Areal NbS Strategis I ……..	70
Tabel 3.6.	Distribusi Rencana Tanam dan Estimasi Potensi Serapan Karbon Skenario NbS pada Areal NbS Strategis I …….	71
Tabel 3.7.	Analisis Serapan Karbon pada Areal NbS Strategis I …….	71
Tabel 3.8.	Perbandingan Skenario BaU dan NbS pada Areal NbS Strategis II …….	72
Tabel 3.9.	Rencana Tebangan Skenario BaU dan NbS Pada Areal NbS Strategis II ……...	74
Tabel 3.10.	Panduan Kandungan Massa Karbon pada Tectona grandis ..	75
Tabel 3.11.	Analisis Serapan Karbon pada Areal Prioritas NbS Strategis I	76
Tabel 3.12.	Tabel Harga Karbon Pasar Global per ton CO_2 e ……...	77
Tabel 3.13.	Biaya Rehabilitasi Lahan per Satuan Luas (KLHK, 2024) ….	78
Tabel 3.14.	Tabel Harga Karbon berdasarkan Pendekatan Cost-Benefit Analysist ……..	79
Tabel 3.15.	Tabel Bantu untuk Analisis Nilai Ekonomi Karbon pada Keseluruhan Bentang Lahan Gunungkidul …….	80

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3.16. Analisis NEK dan Biaya Restorasi Ekosistem …… 81

Tabel 3.17. Tabel Bantu Analisis Nilai Ekonomi Karbon pada Areal Prioritas II NbS …… 82

Tabel 4.1. Data Luas Sebaran Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Berdasarkan Zona Geomorfologi Tahun 2017 – 2025 …… 89

Tabel 4.2. Data Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Berdasarkan Zona Geomorfologi Tahun 2017 – 2025 …… 91

Tabel 4.3. Data Sebaran Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Berdasarkan Luas Penutupan Lahan Tahun 2017 – 2025 ….. 95

Tabel 4.4. Data Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Berdasarkan Penutupan Lahan Tahun 2017 – 2025 ……. 97

Tabel 4.5. Data Luas Sebaran Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Pada Penutupan Lahan “Hutan Lahan Rendah” Tahun 2017 – 2025 ……. 99

Tabel 4.6. Data Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Pada Penutupan Lahan “Hutan Lahan Rendah” Tahun 2017 – 2025 ……. 101

Tabel 4.7. Data Potensi Luas Areal Potensial Sedang (S2) Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Zona Geomorfologi dan Kepemilikan Lahan …….. 106

Tabel 4.8. Luas Areal Potensial Sedang (S2) untuk Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Penutupan Lahan dan Kepemilikan Lahan …… 108

Tabel 4.9. Potensi Luas Areal Sesuai Bersyarat (S2) untuk Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Peruntukan Lahan dan Kepemilikan Lahan …… 110

Tabel 4.10. Potensi Luas Areal Sesuai Bersyarat (S2) untuk Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Keberadaan Aksi Lingkungan oleh Masyarakat dan Kepemilikan Lahan …….. 112

Tabel 4.11. Data Kategori Areal NbS Berdasarkan Zona Geomorfologi ... 115

Tabel 4.12. Data Kategori Areal NbS Berdasarkan Penutupan Lahan ….. 115

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.13. Data Kategori Areal NbS Berdasarkan Wilayah Administrasi 116

Tabel 4.14. Data Kategori Areal NbS Strategis Berdasarkan Zona Geomorfologi …….. 119

Tabel 4.15. Data Kategori Areal NbS Strategis Berdasarkan Penutupan Lahan ……... 119

Tabel 4.16. Data Kategori Areal NbS Strategis Berdasarkan Wilayah Administrasi Pemerintahan (Kapanewon) …….. 120

Tabel 4.17. Estimasi Perbandingan Potensi Serapan Karbon pada Areal Prioritas NbS Strategis I, antara Skenario BaU dengan Skenario NbS ……... 128

Tabel 4.18. Perbandingan Teknis Pengelolaan Hutan Rakyat antara Mekanisme Business as Usual (BaU) dan Nature-based Solution (NbS) …….. 133

Tabel 4.19. Simulasi Stok Karbon dan Serapan Karbon antara Mekanisme BaU dan NbS selama 1 Daur …… 134

Tabel 4.20. Analisis Perhitungan Volume Kayu per satuan luas Skema BaU dan NbS pada Areal NbS Strategis II ……. 136

Tabel 4.21. Serapan Karbon Kabupaten Gunungkidul berdasarkan Zona Geomorofologi ……... 137

Tabel 4.22. Nilai Ekonomi Karbon pada Lanskap Kabupaten Gunungkidul berdasarkan perhitungan *Social Cost of Carbon* 138

Tabel 4.23. Nilai Ekonomi Karbon pada Lanskap Kabupaten Gunungkidul berdasarkan perhitungan *Voluntary Carbon Market* …… 138

Tabel 4.24 Nilai Ekonomi Karbon pada Lanskap Kabupaten Gunungkidul berdasarkan perhitungan Harga Domestik Nasional ……... 138

Tabel 4.25. Harga unit Karbon Lanskap Kabupaten Gunungkidul berdasarkan *Cost-Benefit Analysist* …… 139

Tabel 4.26. Nilai Ekonomi Karbon pada Lanskap Kabupaten Gunungkidul berdasarkan perhitungan *Cost-Benefit Analysist* 140

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.27. Analisis Nilai Ekonomi Karbon Ekosistem Bentang Lahan Gunungkidul terhdap PDRB, APBD, dan Anggaran Dinas tahun 2024-2025 …….. 141

Tabel 4.28. Biaya Restorasi Ekosistem pada Areal NbS Strategis I …….. 143

Tabel 4.29. Analisis Nilai Ekonomi Karbon dan *Break Event Point* pada Areal NbS Strategis I……... 143

Tabel 4.30. Analisis Nilai Ekonomi Karbon di Areal NbS Strategis II ….. 146

Tabel 4.31. Hasil Wawancara dengan Stakeholder …… 146

Tabel 4.32 Hasil Temuan dari Arah Kebijakan dan Strategi Pemerintah Daerah terhadap Upaya Adaptasi – Mitigasi Perubahan Iklim 154

Tabel 4.33. Matriks Keterkaitan antara Strategi – Kebijakan Pemerintah Daerah dengan Karbon, NbS, dan NEK ……. 155

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Perbandingan Kenaikan Temperatur Permukaan Bumi Masa Kini (2006-2015) Dengan Masa Pra-Industrialisasi (1850-1900) ……..…….	15
Gambar 2.2.	Proses Emisi Dan Sekuestrasi Gas Rumah Kaca (GRK) Utama Pada Ekosistem ……..	16
Gambar 2.3.	Karbon Pool Utama pada Bumi …….	17
Gambar 2.4.	Diagram Indikasi Karbon Pool dan Karbon Flux antara Bumi dan Atmosfer ……	18
Gambar 2.5.	Diagram cara kerja Remote Sensing …….	21
Gambar 2.6.	Konsep Dasar Nature Based Solution ……...	28
Gambar 2.7.	Hubungan antara Prinsip NbS dengan Standar Kriteria NbS ……	30
Gambar 2.8.	Contoh Skema NbS Berbasis lahan, Merupakan Harmonisasi antara Pengembangan Infrastruktur dan Kawasan Lindung …….	31
Gambar 2.9.	Hubungan antara intervensi ekologi pada kualitas ekosistem ……..	32
Gambar 2.10.	Skema tingkatan Evaluasi Lahan : *Two-stage approach* dan *parallel approach* ……..……..	34
Gambar 2.11.	Skema Kegiatan dalam Land Evaluation ……	35
Gambar 2.12.	Mekanisme Pencairan Insentif dari Manfaat NEK olehStakeholder Mitigasi Perubahan Iklim di Provinsi Kalimantan Timur …….	39
Gambar 2.13	Kerangka Pikir Ilmiah Penelitian …….	42
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Penelitian……..……..	43
Gambar 3.2.	Peta Zona Geomorfologi Areal Penelitian……	44
Gambar 3.3.	Peta Desain Pengambilan Sampel ……..……	53

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.4. Proses Overlay dan Land Mappint Unit …….. 57

Gambar 3.5. Alur Kerja Penelitian ……. 84

Gambar 4.1. Peta Sebaran Stok Karbon Tahun 2017 …….. 87

Gambar 4.2. Peta Sebaran Stok Karbon Tahun 2025 ……. 87

Gambar 4.3. Grafik Luas Sebaran Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul
Berdasarkan Zona Geomorfologi Tahun 2017 – 2025 .. 89

Gambar 4.4. Grafik Kuantifikasi Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul
Berdasarkan Zona Geomorfologi Tahun 2017 – 2025 … 91

Gambar 4.5. Peta Penutupan Lahan Kabupaten Gunungkidul 2017 93

Gambar 4.6. Peta Penutupan Lahan Kabupaten Gunungkidul 2025 94

Gambar 4.7. Grafik Luas Sebaran Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul
Berdasarkan Penutupan Lahan Tahun 2017 – 2025 …. 94

Gambar 4.8. Grafik Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul Berdasarkan
Penutupan Lahan Tahun 2017 – 2025 ……. 97

Gambar 4.9. Grafik Luas Sebaran Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul
Pada Penutupan Lahan Hutan Lahan Rendah Tahun 2017 – 2025 …… 98

Gambar 4.10. Grafik Stok Karbon Kabupaten Gunungkidul
Pada Penutupan Lahan “Hutan Lahan Rendah” Tahun 2017 – 2025 …….. 101

Gambar 4.11. Peta Potensi Penerapan Areal NbS berdasarkan
Hasil Analisis Penyaringan Awal ……. 105

Gambar 4.12. Grafik Potensi Luas Areal Potensial Sedang (S2) untuk Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Zona Geomorfologi dan Kepemilikan Lahan ……. 106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi Stok Karbon dalam Lanskap Kabupaten Gunungkidul untuk Mitigasi Perubahan Iklim : Pendekatan Nature-based Solution Restorasi Ekosistem dan Analisis Nilai Ekonomi Karbon
Bambang Septian, Prof. Dr. Eko Haryono, M.Si.; Dr. Ir. Hero Marhaento, S.Hut., M.Si., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.13. Grafik Potensi Luas Areal Potensial Sedang (S2) Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Penutupan Lahan dan Kepemilikan Lahan …….. 108

Gambar 4.14. Grafik Potensi Luas Areal Potensial Sedang (S2) Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Peruntukan Lahan dan Kepemilikan Lahan …….. 110

Gambar 4.15. Grafik Luas Areal Potensial Sedang (S2) Penerapan NbS Restorasi Ekosistem berdasarkan Keberadaan Aksi Lingkungan dan Kepemilikan Lahan ……. 112

Gambar 4.16. Peta Peta Prioritisasi Ekologis NbS …….. 114

Gambar 4.17. Peta Prioritisasi Strategis NbS ……. 118

Gambar 4.18. Peta Kesesuaian Habitat MEP di Kawasan Karst Gunung Sewu ……... 125

Gambar 4.19. Grafik perbandingan Analisis Karbon antara Skenario BaU dengan NbS di Areal Prioritas NbS Strategis I ……... 129

Gambar 4.20. Grafik Analisis Karbon Mekanisme BaU dan NbS Pada Areal NbS Strategis II …….. 134

Gambar 4.21 Grafik Analisis Break Event Point pada Areal NbS Strategis I ……... 144

Gambar 4.22. Grafik Nilai Ekonomi Karbon pada Areal NbS Strategis II ……. 147

Gambar 4.23. Visualisasi Kesimpulan Hasil Wawancara ……. 149