

# **OPTIMISASI PENGELOLAAN AIR UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS RUMAH KACA PADA LAHAN PADI SAWAH DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

**RICKY HARIANJA**



**TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Optimisasi Pengelolaan Air untuk Menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca pada Lahan Padi Sawah dengan Menggunakan Algoritma Genetika” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2021

Ricky Harianja  
F451160061

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## RINGKASAN

RICKY HARIANJA. Optimisasi Pengelolaan Air untuk Menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca pada Lahan Padi Sawah dengan Menggunakan Algoritma Genetika. Dibimbing oleh CHUSNUL ARIF dan BUDI INDRA SETIAWAN.

Perbedaan tinggi muka air dan kelembaban tanah pada lahan padi sawah dapat mempengaruhi produktivitas tanaman dan total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan, terutama  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Tujuan Penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pengelolaan air dengan ketinggian muka air yang berbeda terhadap besarnya potensi pemanasan global atau global warming potential (GWP) yang dihasilkan lahan sawah, mengembangkan model untuk mengetahui hubungan tinggi muka air (WL) dan kelembaban tanah (SM) terhadap emisi gas rumah kaca (GRK) dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST), dan melakukan optimisasi menggunakan Algoritma Genetika untuk pengelolaan air khususnya penentuan tinggi muka air dan kelembaban tanah. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB pada bulan Januari hingga Mei 2018. Penanaman padi dibedakan menjadi tiga rezim air, yaitu rezim tergenang (RT), rezim basah (RB), dan rezim kering (RK). Ketinggian air dan kelembaban tanah diukur setiap 30 menit hingga tiba waktu panen. Pengambilan sampel gas juga dilakukan setiap minggu untuk mengetahui jumlah gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  yang dihasilkan tanaman padi selama satu musim tanam. Tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah malai juga diukur untuk melihat pengaruh pengelolaan air. Hasil penelitian menunjukkan produktivitas lahan pada perlakuan RT, RB, dan RK adalah 6.51 ton/ha, 6.85 ton/ha, dan 6.18 ton/ha. Total GWP aktual yang dihasilkan dengan pengelolaan air RT, RB, dan RK berurutan sebesar 1376 kg  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ , 948 kg  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ , dan 1522 kg  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ . Rezim basah (RB) merupakan perlakuan pengelolaan air terbaik untuk mendapatkan GWP rendah dengan produktivitas lahan tinggi. Untuk hasil optimisasi pengelolaan air dengan menggunakan tinggi muka air maka dihasilkan tinggi muka air pada fase awal, vegetatif, tengah musim, dan akhir musim berurutan sebesar -2.53 cm, -6.00 cm, -7.48 cm, dan -11.15 cm dengan total GWP sebesar 824.71 kg  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$  dan produktivitas lahan sebesar 6.98 ton/ha. Sedangkan untuk hasil optimisasi pengelolaan air dengan kelembaban tanah dihasilkan kelembaban tanah pada fase awal, vegetatif, tengah musim, dan akhir musim berurutan sebesar  $0.544 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ,  $0.411 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ,  $0.514 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , dan  $0.432 \text{ m}^3/\text{m}^3$  dengan total GWP yang dihasilkan sebesar 852.57 kg  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$  dan produktivitas lahan sebesar 6.96 ton/ha.

Kata kunci: gas, gwp, sri, rezim air, tinggi muka air

## SUMMARY

RICKY HARIANJA. Optimization of Water Management to Reduce Greenhouse Gas Emissions in Paddy Fields Using Genetic Algorithms. Supervised by CHUSNUL ARIF and BUDI INDRA SETIAWAN.

Differences in water level and soil moisture in lowland rice fields can affect crop productivity and total greenhouse gas emissions produced, especially CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O. The purpose of this study was to analyze the effect of water management with different water levels on the magnitude of global warming potential (GWP) produced by paddy fields, to develop a model to determine the relationship between water level (WL) and soil moisture (SM) on emissions. Greenhouse gas (GHG) using Artificial Neural Networks (ANN), and optimizing using Genetic Algorithms for water management, especially the determination of water level and soil moisture. This research was conducted in the laboratory of the Department of Civil and Environmental Engineering IPB from January to May 2018. Rice cultivation is divided into three water regimes, namely the flooded regime (RT), wet regime (RB), and dry regime (RK). The water level and soil moisture are measured every 30 minutes until harvest time arrives. Gas sampling is also carried out every week to determine the amount of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O gas produced by rice plants during one growing season. Plant height, number of tillers, and number of panicles were also measured to see the effect of water management. The results showed that land productivity in the RT, RB, and RK treatments was 6.51 ton ha<sup>-1</sup>, 6.85 ton ha<sup>-1</sup>, and 6.18 ton ha<sup>-1</sup>. The total actual GWP generated by managing RT, RB, and RK water are 1376 kg CO<sub>2</sub>-eq / ha, 948 kg CO<sub>2</sub>-eq / ha, and 1522 kg CO<sub>2</sub>-eq / ha, respectively. Wet regime (RB) is the best water management treatment to obtain minimum GWP with maximum yield productivity. For the results of water management optimization using the water level, the resulting water level in the early, vegetative, mid-season, and late-season phases is -2.53 cm, -6.00 cm, -7.48 cm, and -11.15 cm, with a total GWP of 824.71 kg CO<sub>2</sub>-eq / ha and land productivity of 6.98 ton ha<sup>-1</sup>. As for the results of optimization of water management with soil moisture, soil moisture in the early, vegetative, mid-season, and late-season phases respectively are 0.544 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup>, 0.411 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup>, 0.514 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup>, and 0.432 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> with a total GWP of generated amounting to 852.57 kg CO<sub>2</sub>-eq / ha and land productivity of 6.96 ton ha<sup>-1</sup>.

Keywords: gas, gwp, sri, water levels, water regimes





© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021<sup>1</sup>  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



# **OPTIMISASI PENGELOLAAN AIR UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS RUMAH KACA PADA LAHAN PADI SAWAH DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

**RICKY HARIANJA**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**



**@Hak cipta milik IPB University**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Optimasi Pengelolaan Air untuk Menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca pada Lahan Padi Sawah dengan Menggunakan Algoritma Genetika  
Nama : Ricky Harijanja  
NIM : F451160061

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Chusnul Arif, S.T.P., M.Si.

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.

  


Digitally signed by:  
**Budi Indra Setiawan**  
[B080E7748A9432E]  
Date: 7 Feb 2021 19:05 WIB  
Verify at: dsign.ipb.ac.id



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M.Si.  
NIP. 19730411 200501 1 002

Dekan Sekolah Pascasarjana:  
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.  
NIP. 19600419 198503 1 002

  


Digitally signed by:  
**Anas Miftah Fauzi**  
[9F48A8952D0C4E]  
Date: 8 Feb 2021 14:55:55 WIB  
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Tanggal Ujian: 22 Januari 2021

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala. Penulis sangat berbahagia karena mampu menyelesaikan tesis berjudul "Optimisasi Pengelolaan Air untuk Menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca pada Lahan Padi Sawah dengan Menggunakan Algoritma Genetika" ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Dengan penuh kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada nama-nama berikut ini atas bantuannya selama proses penyelesaian tesis ini:

1. Dr. Chusnul Arif, S.T.P., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing atas segala kesabarannya yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasihat selama proses perampungan tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr. selaku anggota komisi pembimbing yang telah bersedia mengajarkan secara langsung hal-hal yang penulis tidak pahami mengenai tesis ini.
3. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M.Si. selaku kepala program studi Teknik Sipil dan Lingkungan atas kebaikan dan kerendahan hatinya dalam mempermudah birokrasi yang berjalan di program studi.
4. Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si. selaku penguji luar komisi yang telah memberikan banyak masukan dan bantuan dari awal hingga penyelesaian tesis ini.
5. Kedua Orang tua penulis Ayahanda Bangdol Harianja dan Ibunda Siti Astuti, Bang Rindo beserta istri atas segala doa, dukungan, dan kasih sayangnya.
6. Bapak Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal, M.Sc. dan Ibu Ni Wayan Diah Widhi Astuti selaku pengganti orang tua selama penulis tinggal di Bogor.
7. Rekan-rekan penelitian Mas Arif, Mas Ridho, Mas Habeahan, Mas Suwardi, Mbak Yulvin, dan Mbak Fini, atas kerjasamanya selama penelitian.
8. Rekan-rekan Wisma Wageningen Pak Pandi, Pak Oleh, Pak Mul, Bibi, Bu Hilda, dan Mba Riani yang setia menemani selama revisi.
9. Teman-teman Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan Angkatan 2016 Mas Atep, Mbak Lilly, Mbak Nana, Mbak Ruth, dan Mas Eki.
10. Mbak Nurul yang sudah memberikan motivasi sampai rampungnya tesis ini.
11. Rekan-rekan Wisma Bandhitos yang selalu menghibur dikala menemui banyak sekali masalah.

Semoga kebaikan beliau semua baik yang terlihat maupun tidak dapat menjadi menjadi suri tauladan dan bisa berdampak positif bagi penulis sehingga pada akhirnya dapat menjadi penghubung amal jariyah.

Bogor, Februari 2021

*Ricky Harianja*



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gas Rumah Kaca	4
2.2 Budidaya Padi dengan Metode SRI	5
2.3 Algoritma Genetika	5
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Kerja	6
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Contoh Uji tanah	15
4.2 Perbedaan Rezim Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman	15
4.3 Tinggi Muka Air dan Kelembaban Tanah	17
4.4 Potensi Pemanasan Global atau <i>Global Warming Potential (GWP)</i>	19
4.5 Optimisasi Potensi Gas Rumah Kaca	19
SIMPULAN DAN SARAN	25
Simpulan	25
Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	34



## DAFTAR TABEL

1	Sifat fisik dan kimia tanah pada plot percobaan	15
2	Hasil panen pada berbagai rezim air	17
3	Total fluks gas CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, dan GWP dalam satu musim tanam	19
4	Perbandingan WL, GWP, dan Y optimum dengan WL dan GWP pada setiap perlakuan rezim air	21
5	Perbandingan SM dan GWP optimum dengan SM dan GWP pada setiap perlakuan rezim air	24

## DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	7
2	Pengelolaan Air (a) RT, (b) RB, dan (c) RK	8
3	Sistem Drainase untuk Menurunkan Tinggi Muka Air	9
4	Model Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang dikembangkan untuk optimisasi tinggi muka air	11
5	Model Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang dikembangkan untuk optimisasi kelembaban tanah	12
6	Model Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang dikembangkan untuk optimisasi tinggi muka air	13
7	Tinggi tanaman pada berbagai rezim air	16
8	Jumlah anakan pada berbagai rezim air	16
9	Jumlah malai pada berbagai rezim air	17
10	Perubahan WL dan SM selama satu musim tanam pada RT	18
11	Perubahan WL dan SM selama satu musim tanam pada RB	18
12	Perubahan WL dan SM selama satu musim tanam pada RK	18
13	Hasil validasi GWP dengan model Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk penentuan tinggi muka air	20
14	Hasil validasi produktivitas lahan (Y) dengan menggunakan model Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk penentuan tinggi muka air	20
15	Hasil pencarian tinggi muka air optimum dengan model algoritma genetika	21
16	Hasil validasi GWP dengan model Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk kelembaban tanah optimum	22
17	Hasil validasi GWP dengan model Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk kelembaban tanah optimum	23
18	Hasil pencarian kelembaban tanah optimum dengan model algoritma genetika	23

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Tampilan keluaran program algoritma genetika untuk tinggi muka air	29
2	Tampilan masukan program algoritma genetika untuk tinggi muka air	30
3	Tampilan keluaran algoritma genetika untuk kelembaban tanah	31
4	Tampilan masukan algoritma genetika untuk kelembaban tanah	32
5	Beberapa dokumentasi penelitian	33