

ANALISIS SPASIAL KETERSEDIAAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN COFIRING BIOMASSA PADA PEMBANGKIT LISTRIK DI INDRAMAYU

ABDUL BAITS DEHANA PADMA SWASTIKA



**DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 “Analisis Spasial Ketersediaan Sekam Padi sebagai Bahan *Cofiring* Biomassa pada Pembangkit Listrik di Indramayu” 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, Juli 2024

Abdul Baits Dehana Padma Swastika
F1501202006

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

ABDUL BAITIS DEHANA PADMA SWASTIKA. Analisis Spasial Ketersediaan Sekam Padi sebagai Bahan *Cofiring* Biomassa pada Pembangkit Listrik di Indramayu. Dibimbing oleh LIYANTONO dan DYAH WULANDANI.

Pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) Indonesia sebesar 29% pada tahun 2030 merupakan jawaban bagi tingginya persentase penggunaan energi fosil. Berbagai upaya telah dilakukan salah satunya strategi PLN dengan mengimplementasikan teknologi *cofiring* biomassa di 52 lokasi pembangkit listrik pada tahun 2025. Namun, teknologi ini memiliki tantangan pada keberlanjutan pasokan dimana selain karena penelitian yang kurang memadai, pencatatan pada penggilingan di Indonesia hanya sebesar 33,52%. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab tantangan ini dengan menghitung potensi ketersediaan sekam padi sebagai salah satu sumber *cofiring* biomassa di lokasi penghasil padi terbesar di Indonesia, Kabupaten Indramayu. Penelitian ini menggunakan metode survei dan wawancara dalam pengumpulan data serta pendekatan spasial dengan implementasi aplikasi Quantum GIS (QGIS) versi 3.22.12. Peta ketersediaan sekam padi di Indramayu merupakan visual yang akan menjadi luaran dalam penelitian ini. Sebanyak 95 sampel penggilingan padi yang dijadikan sebagai referensi dengan distribusi skala kecil, menengah, dan besar masing-masing sebanyak 79, 12, dan 4 serta beroperasi dalam 4, 5, dan 6 hari. Produksi beras harian pada masing-masing skala memiliki potensi sekam sebesar 0,87 ton/hari, 4,83 ton/hari, dan 10,74 ton/hari. Ketersediaan sekam padi teoritis di Indramayu teridentifikasi sebanyak 272.106 ton/tahun berdasarkan data produksi nasional. Ketersediaan secara spasial berdasarkan survei dan wawancara adalah sebanyak 601.669 ton/tahun sedangkan berdasarkan pembagian skala penggilingan padi adalah sebanyak 588.861 ton/tahun. Kompetisi penggunaan sekam di Indramayu terbagi menjadi delapan distribusi penggunaan dengan paling banyak dimanfaatkan untuk bahan bakar di industri genteng, batubata, dan semen dan didapat fraksi pemulihan (α) pada masing-masing skala kecil, menengah, dan besar sebesar 13,23%, 17,50%, dan 23,33% pada musim panen dan 3,90%, 10%, dan 15% pada musim tidak panen. Ketersediaan sekam padi yang dapat dimobilisasi di Indramayu diperoleh sebesar 77.102,17 ton/tahun yang dapat dijadikan sebagai bahan baku *cofiring* biomassa di PLTU Indramayu. Namun, nilai ini dinilai cukup rendah dibandingkan dengan kebutuhan biomassa secara keseluruhan. Kebijakan terkait dengan penggunaan sekam padi dan pemanfaatannya diperlukan untuk memungkinkan implementasi yang lebih masif di daerah sentra penghasil padi.

Kata kunci: *cofiring* biomassa, Indramayu, penggilingan padi, QGIS, sekam



SUMMARY

ABDUL BAITIS DEHANA PADMA SWASTIKA. Spatial Analysis on Rice Husk Availability as Biomass *Cofiring* Material at Power Plant in Indramayu. Supervised by LIYANTONO and DYAH WULANDANI.

Indonesia's 29% reduction in greenhouse gas (GHG) emissions by 2030 is the answer to the high percentage of fossil energy use. Various efforts have been made, including PLN's strategy to implement biomass cofiring technology in 52 power plant locations by 2025. However, this technology has a challenge on supply sustainability where in addition to inadequate research, the recording at mills in Indonesia only amounted to 33,52%. This study aims to address this challenge by quantifying the potential availability of rice husk as one of the biomass cofiring sources in Indonesia's largest rice producing location, Indramayu Regency. This study used survey and interview methods in data collection as well as a spatial approach with the implementation of the Quantum GIS (QGIS) application version 3.22.12. The map of rice husk availability in Indramayu is the visual output of this research. A total of 95 rice milling samples were used as reference with a distribution of small, medium, and large scales of 79, 12, and 4 respectively and operating in 4, 5, and 6 days. Daily rice production at each scale has a husk potential of 0,87 tons/day, 4,83 tons/day, and 10,74 tons/day. Theoretical rice husk availability in Indramayu was identified as 272.106 tons/year based on national production data. Spatial availability based on surveys and interviews is 601.669 tons/year while based on rice milling scale distribution is 588.861 tons/year. The competition for the use of rice husk in Indramayu is divided into eight distributions of use with the most utilized for fuel in the roof tile, brick, and cement industries and obtained recovery fractions (α) at each small, medium, and large scale of 13,23%, 17,50%, and 23,33% in the harvest season and 3,90%, 10%, and 15% in the non-harvest season. The availability of rice husk that can be mobilized in Indramayu is obtained at 77.102.17 tons/year which can be used as raw material for biomass cofiring at the Indramayu PLTU. However, this value is considered quite low compared to the overall biomass demand. Policies related to the use of rice husk and its utilization are needed to enable more massive implementation in rice-producing areas.

Keywords: *biomass cofiring, Indramayu, rice husk, rice mill, QGIS*



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, tahun 2024
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.



— Bogor Indonesia —

IPB University

ANALISIS SPASIAL KETERSEDIAAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN COFIRING BIOMASSA PADA PEMBANGKIT LISTRIK DI INDRAMAYU

ABDUL BAITIS DEHANA PADMA SWASTIKA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1 Dr Muhamad Yulianto, S.T, M.T





Judul Tesis : Analisis Spasial Ketersediaan Sekam Padi sebagai Bahan *Cofiring* Biomassa pada Pembangkit Listrik di Indramayu
Nama : Abdul Baits Dehana Padma Swastika
NIM : F1501202006

@Hak cipta milik IPB University

Pembimbing 1:
Dr. Liyantono, S.TP, M.Agr

Disetujui oleh



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Ag
NIP. 196208031987031002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr
NIP. 196105021986031002



Tanggal Ujian:
(4 Juli 2024)

Tanggal Lulus:
29 Juli 2024

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2022 sampai bulan Februari 2023 ini ialah pemetaan dan pemanfaatan biomassa sebagai bahan baku energi terbarukan, dengan judul “Analisis Spasial Ketersediaan Sekam Padi sebagai Bahan *Cofiring* Biomassa pada Pembangkit Listrik di Indramayu”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Liyantono, S.TP, M.Sc dan Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada program studi Teknik Pertanian dan Biosistem beserta staf dan rekan-rekan Laboratorium Bioinformatika membantu dalam hal diskusi dan pemberi saran konstruktif selama pengerjaan sampai dengan penyelesaian tesis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak, Mamak, serta seluruh keluarga saya yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Abdul Baits Dehana Padma Swastika



DAFTAR ISI

PRAKATA	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.4 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Pembangkit Listrik	4
2.2 Pembangkit Listrik di Indramayu	4
2.3 <i>Cofiring</i> Biomassa	5
2.4 Potensi Biomassa Sekam Padi	6
2.5 Sistem Informasi Geografis dan Data Spasial	8
2.6 Analisis Spasial	9
III METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	10
3.2 Jenis Data dan Alat	10
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Studi Literatur	11
3.3.2 Pengumpulan Data Primer	12
3.3.2.1 Daftar Pertanyaan Wawancara	13
3.3.2.2 Penentuan Kelayakan Data Primer	13
3.3.2.2 Ruang Sampel	14
3.3.3 Pengumpulan Data Sekunder	15
3.3.4 Pengolahan Data	15
3.3.4.1 Digitasi Koordinat	15
3.3.4.2 Pembobotan dan Penentuan Jumlah Data Referensi	15
3.3.4.3 Pengolahan Data Atribut	15
3.3.4.4 Pengunggahan Data Atribut	15
3.4 Analisis Ketersediaan Sekam Padi	16
3.4.1 Ketersediaan Teoritis	16
3.4.2 Ketersediaan yang Dapat Dimobilisasi	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Gambaran Umum Penggilingan Padi di Indramayu	18
4.1.1 Jumlah dan Kompetisi Penggilingan	18
4.1.2 Operasional Penggilingan Padi	20
4.1.3 Pencatatan Produksi	20
4.1.4 Harga dan Biaya Angkut Sekam Padi	21
4.2 Kebutuhan Sekam Padi PLTU Indramayu	21

4.3	Perkembangan Ketersediaan Sekam Padi	22
4.3.1	Ketersediaan Sekam Padi di Indramayu	23
4.3.1.1	Ketersediaan Berdasarkan Data Produksi Padi Gabah Kering Giling (GKG)	23
4.3.1.2	Ketersediaan Berdasarkan Data Sampel Keseluruhan	25
4.3.1.3	Ketersediaan Berdasarkan Skala Produksi	26
4.4	Kompetisi Penggunaan Sekam Padi	27
4.4.1	Nilai Fraksi Pemulihan (α)	27
4.5	Ketersediaan Sekam Padi yang Dapat Dimobilisasi	28
V	SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1	Simpulan	30
5.2	Saran	30
	DAFTAR PUSTAKA	31
	LAMPIRAN	35
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	48



DAFTAR TABEL

1	Rincian unit pembangkit listrik di PLTU Indramayu (GEM 2024)	4
2	Kebutuhan biomassa pada beberapa skenario <i>cofiring</i> biomassa (Muhajir 2022)	5
3	Fraksi limbah sekam padi menurut beberapa sumber	6
4	Penggolongan usaha penggilingan padi berdasarkan kapasitas giling beras (ton beras/jam)	7
5	Data penelitian beserta sumber untuk mendapatkannya	10
6	Alat dan perangkat lunak yang digunakan	11
7	Jarak dan waktu tempuh PLTU Indramayu ke batas kecamatan pada empat arah mata angin	14
8	Perhitungan hari produksi penggilingan padi dalam satu tahun	20
9	Harga dan biaya angkut sekam padi di Indramayu	21
10	Fraksi pemulihan (α) rata-rata pada setiap skala penggilingan	27

DAFTAR GAMBAR

1	Siklus pembangkit listrik tenaga uap (Moran dan Shapiro 2006)	4
2	Produksi padi GKG periode Januari 2021-September 2022 (DataIndonesia 2022)	6
3	Jenis data spasial; a) data vektor dan b) data raster	8
4	Analisis spasial dengan melibatkan penumpukan (<i>overlay</i>) beberapa data spasial (ESRI 2018)	8
5	Peta lokasi penelitian	9
6	Diagram alir penelitian	12
7	Tingkat penilaian ketersediaan biomassa pertanian menurut Barry <i>et al.</i> (2022)	16
8	Aliran proses dan produk pascapanen padi	18
9	Perkembangan jumlah penggilingan padi pada tahun 2012 dan 2020	19
10	Kebutuhan biomassa (ton/tahun) pada tiga skema <i>cofiring</i>	22
11	Produksi padi selama lima tahun terakhir pada tingkat nasional dan Provinsi Jawa Barat (Data olah BPS 2019-2023)	22
12	Potensi sekam padi Kabupaten Indramayu selama lima tahun terakhir (Data olah BPS 2019-2023)	24
13	Peta titik 95 lokasi penggilingan padi di Indramayu	25
14	Ketersediaan sekam padi pada musim panen (a) dan pada saat tidak panen (b)	26
15	Distribusi penggunaan sekam padi di Indramayu	27
16	Ketersediaan sekam dapat dimobilisasi	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan kebutuhan biomassa PLTU Indramayu di setiap campuran biomassa	36
2	Jumlah penggilingan padi di Kabupaten Indramayu di setiap kecamatan berdasarkan skala usaha (Data olah BPS 2021)	37
3	Peta persebaran usaha penggilingan padi di Kabupaten Indramayu berdasarkan jumlahnya di setiap kecamatan	38
4	Daftar pertanyaan untuk wawancara pengelola penggilingan padi pada tiga skala	39
5	Jumlah data penggilingan padi representasi pada tiga skala kapasitas	40
6	Data perbandingan luas panen, produktivitas dan produksi padi pada tujuh kecamatan yang mengalami kenaikan jumlah penggilingan padi	41
7	Peta luas panen persawahan padi di Indramayu	42
8	Data sampel representasi pada masing-masing skala produksi hasil pembobotan	43
9	Perhitungan ton beras menjadi ton sekam berdasarkan total 95 lokasi sampel dan berdasarkan tiga skala penggilingan	46
10	Data tabular ketersediaan sekam padi di setiap kecamatan di Indramayu	48
11	Ketersediaan sekam padi yang dapat dimobilisasi di setiap kecamatan di Indramayu	49