

PERANCANGAN UNIT VENTURI *SELF-INDUCED* SCRUBBER UNTUK PENURUNAN SUHU DAN PENGENDALIAN EMISI ASAP PENYANGRAIAN BIJI KOPI

ANISA NURY KHAIRIYYAH



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

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 TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Perancangan Unit Venturi *Self-induced Scrubber* Untuk Penurunan Suhu dan Pengendalian Emisi Asap Penyangraian Biji Kopi” 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 tugas akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Anisa Nury Khairiyyah
F34012210835

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

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.

ABSTRAK

ANISA NURY KHAIRIYYAH. Perancangan Unit Venturi *Self-induced Scrubber* Untuk Penurunan Suhu dan Pengendalian Emisi Asap Penyangraian Biji Kopi. Dibimbing oleh MUHAMMAD ROMLI dan MEIKA SYAHBANA RUSLI.

Penyangraian biji kopi menghasilkan gas buang bersuhu tinggi yang mengandung CO, VOC, partikulat, tar, dan aerosol minyak sehingga memerlukan pengendalian sebelum dilepaskan ke lingkungan. Tugas akhir ini bertujuan merancang dan mengevaluasi venturi *self-induced scrubber* sebagai unit prapengolahan emisi tanpa sistem penyemprotan. Perancangan dilakukan menggunakan metode desain keteknikan melalui tahap eksplorasi, pendefinisian masalah, ideasi, pengembangan prototipe, dan validasi. Unit dirancang untuk kapasitas 5 kg/batch dengan dimensi $600 \times 300 \times 1.200$ mm, delapan sekat pengarah, adjustable throat 1-20 mm, dan volume air 42,5 L. Pengujian dilakukan pada kapasitas 500 g dan 1.250 g dengan pengukuran CO dan VOC menggunakan ALTAIR 5X *Multigas Detector*. Hasil pengujian menunjukkan penurunan suhu gas dari sekitar 179 °C menjadi 32 °C. Efisiensi penyisihan CO mencapai 89% dan 78%, sedangkan VOC mencapai 90% dan 76%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa venturi *self-induced scrubber* efektif menurunkan suhu dan konsentrasi emisi pada kapasitas pengujian.

Kata kunci: emisi, karbon monoksida, penyangraian kopi, Venturi *self-induced scrubber*, senyawa organik volatil.

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

ANISA NURY KHAIRIYYAH. Design of a Venturi Self-Induced Scrubber Unit for Temperature Reduction and Emission Control in Coffee Bean Roasting. Supervised by MUHAMMAD ROMLI dan MEIKA SYAHBANA RUSLI.

Coffee bean roasting generates high-temperature exhaust gases containing carbon monoxide (CO), volatile organic compounds (VOCs), particulate matter, tar, and oil aerosols, requiring appropriate treatment before being released into the environment. This project aimed to design and evaluate a Venturi self-induced scrubber as an emission pretreatment unit operating without a spray system. The design process followed an engineering design method consisting of exploration, problem definition, ideation, prototype development, and validation. The unit was designed for a capacity of 5 kg/batch, with dimensions of $600 \times 300 \times 1,200$ mm, eight flow-guiding baffles, an adjustable throat of 1–20 mm, and an operating water volume of 42.5 L. Prototype testing was conducted at roasting capacities of 500 g and 1,250 g, with CO and VOC concentrations measured using an ALTAIR 5X Multigas Detector. The results showed that the gas temperature decreased from approximately 179 °C to 32 °C. CO removal efficiencies reached 89% and 78%, while VOC removal efficiencies reached 90% and 76%, respectively. These results demonstrate that the Venturi self-induced scrubber effectively reduced gas temperature and emission concentrations under the tested operating capacities.

Keywords: carbon monoxide, coffee roasting, emissions, Venturi self-induced scrubber, volatile organic compounds.

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

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, tahun 20XX¹
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.

**PERANCANGAN UNIT VENTURI *SELF-INDUCED*
SCRUBBER UNTUK PENURUNAN SUHU DAN
PENGENDALIAN EMISI ASAP PENYANGRAIAN BIJI KOPI**

ANISA NURY KHAIRIYYAH

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:
1 Dr. Andes Ismayana, S.T.P., M.T.
2 Prof. Dr. Ir. Erliza Noor



- 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

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 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 Tugas Akhir : Perancangan Unit Venturi *Self-induced Scrubber* Untuk Penurunan Suhu dan Pengendalian Emisi Asap
Penyangraian Biji Kopi
Nama : Anisa Nury Khairiyyah
NIM : F3401221035

Disetujui oleh

Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, MSc.St

Diketahui oleh

Ketua Prog Studi:
Prof. Dr. Ir. Ono Suparno, S.TP
NIP. 197212031997021001

Tanggal Ujian:
29 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir desain utama agroindustri yang berjudul “Perancangan Unit Venturi *Self-induced Scrubber* Untuk Penurunan Suhu dan Pengendalian Emisi Asap Penyangraian Biji Kopi”. Proyek yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juli 2026 ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan prog sarjana Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir desain agroindustry ini, yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, MSc.St dan Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc.Agr.selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran selama proses tugas akhir desain utama agroindustri ini.
2. Bapak Ahmad Hidayatulloh Suryo selaku pakar dan pendamping teknis yang telah membantu dalam proses desain serta manufaktur mesin pada tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen, Tenaga Pendidik (Tendik), staf Tata Usaha (TU) dan Unit Pelaksana Teknis (UPT) di Departemen Teknologi Industri Pertanian.
4. Team Produta 1 asap kopi yaitu Ghinaa dan Lili serta Teman-teman TIN59 yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir desain utama agroindustri ini.
5. Teman-teman terdekat, terutama Anggun, Hapi, Devva, Adel, Hana, Clarissa, dan Nasywa yang telah kebersamai dalam setiap momen menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Anisa Nury Khairiyyah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Emisi Asap Penyangraian Biji Kopi	6
2.2 Pengendalian Emisi Udara	7
2.3 <i>Wet scrubber</i> sebagai Teknologi Pengendalian Emisi	8
2.4 <i>Venturi Self-induced Scrubber</i>	9
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Tahapan Desain Keteknikan	12
3.4 Pengujian Emisi	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Karakteristik Proses dan Emisi Penyangraian Biji Kopi	19
4.2 Perancangan <i>Venturi Self-induced Scrubber</i>	23
4.3 Konfigurasi Komponen <i>Venturi Self-induced Scrubber</i>	34
4.4 Mekanisme Kerja <i>Venturi Self-induced Scrubber</i>	38
4.5 Prototipe Fisik <i>Venturi Self-induced Scrubber</i>	39
4.6 Profil Penurunan Suhu Emisi Asap	40
4.7 <i>Heat Exchanger</i> pada <i>Unit Scrubber</i>	42
4.8 Profil Penurunan Konsentrasi Emisi Asap	45
4.9 Efisiensi Penyisihan Emisi dan Evaluasi Kinerja <i>Venturi Self-Induced Scrubber</i>	52
SIMPULAN DAN SARAN	56
4.10 Simpulan	56
4.11 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	61
RIWAYAT HIDUP	75