

NASKAH ORISINAL

Pemanfaatan Teknologi Integrasi Pemasakan Gula Merah Tebu Berbasis Pemanasan Indirek

Fadlilatul Taufany^{1,*} | Ali Altway¹ | Susianto¹ | Yeni Rahmawati¹ | Siti

Nurkhamidah¹ | Fahmi¹ | Wahyu Tri Amaliah Provito² | Nurul Kamaliya¹ | Daffa Rasendriya Kresna Wahyudi¹ | Rifqi Faladhan¹

¹Departemen Teknik Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

²Departemen Teknik Teknik Kimia Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Korespondensi

*Fadlilatul Taufany, Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: f_taufany@its.ac.id

Alamat

Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Abstrak

Pengrajin gula merah rakyat di Kecamatan Mojo, Kediri, masih mengandalkan pembakaran langsung yang memicu paparan asap/partikulat, distribusi panas tidak merata, dan mutu produk yang fluktuatif. Program pengabdian ini dipilih karena adanya urgensi terhadap peningkatan higienitas dan konsistensi mutu, sekaligus pemanfaatan *bagasse* (residu penggilingan tebu) yang lazim dipakai sebagai bahan bakar pada industri gula/*jaggery* agar lebih efisien dan ramah lingkungan. Metodenya mencakup perancangan instalasi paket pemanasan indirek berbasis uap (*steam*) pada mitra UD Dewi Gendis: *boiler* berbahan bakar *bagasse* untuk menghasilkan uap, integrasi tungku pemasakan nira bertenaga *steam* (pemanasan tak langsung), pelatihan operasi-perawatan, serta uji coba terkontrol dengan pemantauan suhu dan °Brix. Hasil awal menunjukkan proses lebih higienis (tanpa kontak asap), penyebaran panas lebih merata, dan kecenderungan warna lebih cerah serta tekstur lebih seragam pada gula merah. Temuan ini menegaskan potensi peningkatan produktivitas UMKM sekaligus praktik produksi yang lebih bertanggung jawab, sejalan dengan SDG 8 (pekerjaan layak & pertumbuhan ekonomi) dan SDG 12 (konsumsi-produksi berkelanjutan). Implementasi pemanasan indirek berbasis *steam* relevan sebagai pendekatan teknis - sosial untuk menaikkan mutu, efisiensi energi, dan keberlanjutan produksi gula merah rakyat.

Kata Kunci:

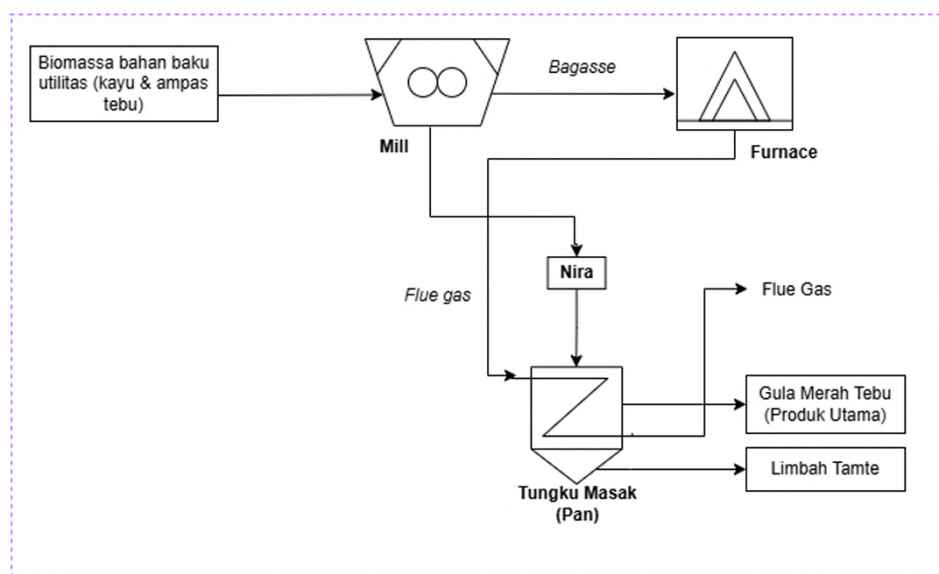
Boiler, Gula Merah Tebu, Pemanasan Indirek, Steam, UMKM.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Kabupaten Kediri merupakan salah satu sentra penghasil gula merah tebu terbesar di Jawa Timur, dengan kelompok-kelompok usaha masyarakat yang berperan dalam memasok produk gula merah^[1]. Salah satu kelompok usaha tersebut adalah UD. Dewi Gendis yang berlokasi di Dsn. Setonopundung Rt 001 Rw 010, Desa Ngadi, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri. Kelompok ini sudah berdiri sejak 20 Juli 2021 dan telah memiliki sejumlah program pengembangan yang melibatkan masyarakat sekitar guna mendukung ketersediaan bahan baku tebu untuk kelancaran produksi gula merah.

Berdasarkan kondisi tersebut, mitra sasaran telah berusaha untuk meningkatkan pendapatan ekonomi melalui pengolahan hasil pertanian, terutama tebu, menjadi produk hilirisasi seperti gula merah batok. Namun, dalam pelaksanaannya, UD. Dewi Gendis sebagai produsen gula merah tebu masih menggunakan metode tradisional dengan tungku pembakaran langsung menggunakan ampas tebu, kain, dan plastik yang memungkinkan asap pembakarannya berkontak langsung dengan nira yang sedang dimasak.



Gambar 1 Skema Metode Pemasakan Tradisional (Sumber: Analisis Tim Pengabd, 2025).

Kontaminasi nira akibat kontak langsung dengan asap kayu bakar menyebabkan kontaminasi rasa, aroma, dan warna produk akhir. Gula merah yang dimasak dengan metode tradisional memungkinkan memiliki aroma asap yang kuat, rasa pahit, serta warna yang lebih gelap daripada seharusnya. Selain itu, partikel debu dan jelaga dari pembakaran juga dapat mencemari produk yang akan berdampak pada kualitas produk^[2]. Permasalahan lain dari metode tradisional adalah pembakaran langsung kayu bakar menghasilkan panas yang tidak merata karena tidak memungkinkan pengendalian suhu secara optimal^[3]. Api hasil pembakaran cenderung terfokus pada bagian tertentu saja yang menyebabkan pemasakan nira kurang homogen, sehingga beberapa bagian mungkin terlalu panas (*overcooked*), sementara bagian lain kurang matang. Dampaknya terlihat pada mutu gula merah yang dihasilkan, yaitu tekstur gula merah yang tidak seragam.

Pemerintah Desa Ngadi memiliki peran penting dalam pengembangan ekonomi masyarakat dengan fokus pada peningkatan kualitas produksi gula merah di wilayahnya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan taraf kesejahteraan masyarakat melalui penguatan sektor produksi lokal^[4]. Pemerintah desa juga memastikan hubungan baik antara kelompok tani tebu dengan perusahaan pengelola tebu menjadi gula merah batok tetap terjaga, karena produk ini merupakan unggulan desa yang memberikan kontribusi besar bagi perekonomian daerah. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi mitra sasaran UD. Dewi Gendis, solusi yang ditawarkan adalah paket pemasakan nira tebu berbasis pemanasan indirek.

Pemanasan tidak langsung ini memiliki dua komponen utama, yaitu *boiler* yang memanfaatkan ampas tebu (*bagasse*) sebagai bahan bakar penghasil uap untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi penggunaan kayu bakar, serta tungku pemasakan yang menggunakan uap sebagai sumber panas^[5]. Dengan metode ini, nira tidak berkontak langsung dengan api sehingga dapat terhindar dari asap dan partikel pembakaran. Kondisi tersebut memungkinkan produk gula merah yang dihasilkan lebih higienis, manis alami, aromanya segar, dan warnanya cerah. Uap yang dihasilkan juga menghasilkan panas tersebar merata di seluruh wajan, mencegah bagian gosong atau kurang matang. Dengan kontrol suhu yang lebih optimal, hasil akhir yang didapatkan lebih konsisten, padat, dan mudah dibentuk.

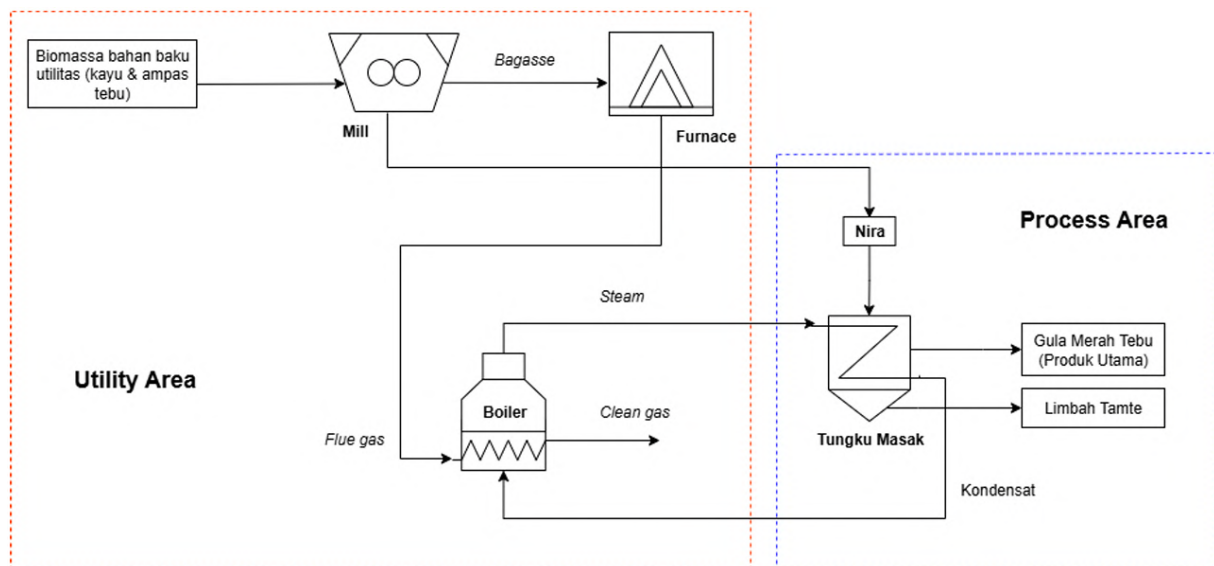
Rencana pengabdian kepada masyarakat ini sejalan dengan Peta Jalan dan Tema Unggulan Pusat Kajian 2025 pada Pusat Studi Energi dan Sumber Daya Mineral yaitu (a) Pemanfaatan potensi energi terbarukan untuk penyedia energi bersih secara kewilayahan, sektor industri, dan komunitas masyarakat/kepulauan menuju Desa/Pulau Mandiri Energi, (b) Pemanfaatan Teknologi dan Energi Terbarukan untuk peningkatan produktivitas aktivitas masyarakat, (c) *Waste to Energy* dengan pemanfaatan residu limbah dan sampah, dan (d) *Capacity Building* untuk pemanfaatan, pengembangan, penerapan, dan pengelolaan energi secara aman, efisien, berkelanjutan, dan mempunyai nilai keekonomian^[6].

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

1.2.1 | Solusi Permasalahan

Solusi inovatif pada mitra UD. Dewi Gendis adalah dengan menyediakan paket pemasakan nira berbasis pemanasan tidak langsung dari uap/*steam*. Penerapan pemanasan tidak langsung ini bertujuan untuk menggantikan metode masak gula merah tradisional menggunakan api langsung yang menyebabkan ketidakstabilan suhu, kurang higienisnya produk yang dihasilkan, risiko gosong produk, dan penurunan mutu warna dan cita rasa gula merah.

Sistem ini terdiri dari *boiler* yang berfungsi untuk menghasilkan uap dan tungku berupa *open pan* yang dilengkapi pemanas uap. *Boiler* dirancang untuk memanfaatkan ampas tebu (*bagasse*) sebagai sumber energi biomassa, sehingga limbah dari proses penggilingan tebu dapat digunakan kembali untuk menghasilkan *steam* dan mengurangi ketergantungan kayu bakar. *Steam* yang dihasilkan selanjutnya dialirkan ke tungku pemasakan *open pan* sebagai sumber panas utama. Penggunaan *steam* ini memungkinkan proses pemasakan nira berlangsung lebih higienis karena terhindar dari kontaminasi asap pembakaran, sehingga gula merah yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik. Dengan adanya pemanasan tidak langsung ini, proses pemasakan nira dapat berlangsung lebih merata dan terkendali karena pemanasan tidak langsung memberikan kontrol suhu yang lebih stabil, sehingga nira yang dimasak lebih stabil dan mengurangi risiko gosong atau kurang matang^[7].



Gambar 2 Skema Metode Pemasakan Gula Merah dengan Pemanasan Tidak Langsung (Sumber: Analisis Tim Pengabdian, 2025).

1.2.2 | Strategi Kegiatan

Pelaksanaan KKN Abmas Berbasis Penerapan Teknologi Tepat Guna ini dilaksanakan di UD. Dewi Gendis, Dsn. Setonop-undung Rt 001 Rw 010, Desa Ngadi, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri. Kegiatan KKN Abmas ini diawali dengan tahap persiapan yang meliputi identifikasi potensi lokal dan survei lapangan guna memperoleh gambaran kondisi eksisting mitra, khususnya terkait metode pemasakan nira yang selama ini digunakan, karakteristik bahan baku nira tebu, serta kendala teknis dan nonteknis yang dihadapi selama proses produksi. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan, tim pelaksana menyusun desain sistem teknologi pemasakan nira tebu secara tidak langsung yang mencakup spesifikasi teknis *boiler* dan tungku pemasakan *open pan*. Pada tahap ini juga dilakukan koordinasi intensif dengan mitra untuk menyamakan persepsi terhadap teknologi yang akan diterapkan serta menyiapkan lokasi implementasi alat.

Tahap berikutnya adalah tahap implementasi, yang meliputi pembuatan dan pemasangan *boiler* serta tungku pemanas *open pan* di lokasi mitra. Setelah instalasi alat selesai, dilakukan pelatihan teknis kepada mitra terkait pengoperasian dan pemeliharaan alat. Selanjutnya dilakukan uji coba pemasakan nira untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan mampu menghasilkan gula merah tebu yang bermutu dan lebih baik daripada metode konvensional.

Selanjutnya adalah tahap pemantauan dan evaluasi yang dilakukan untuk menilai kinerja teknologi yang diterapkan. *Monitoring* ini dilakukan secara berkala guna memastikan alat berfungsi secara optimal. Evaluasi dampak program difokuskan pada peningkatan efisiensi energi, mutu produk gula merah, potensi peningkatan produktivitas, serta kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan melalui pemanfaatan biomassa ampas tebu.

Tahap terakhir adalah tahap keberlanjutan, yang diarahkan pada penguatan kapasitas mitra melalui sosialisasi lanjutan dan percobaan penggunaan teknologi secara mandiri. Selain itu, dilakukan pendampingan dalam pengembangan produk dan upaya promosi gula merah guna mendukung peningkatan daya saing dan keberlanjutan usaha gula merah tebu di UD. Dewi Gendis.

1.3 | Target Luaran

Dalam pelaksanaan KKN Abmas Institut Teknologi Sepuluh Nopember ini telah menghasilkan rangkaian pemasakan gula merah berbasis pemanasan tidak langsung dari *steam* yang terdiri dari 2 alat yaitu *boiler* dan tungku masak nira. *Boiler* yang dimanfaatkan untuk menghasilkan *steam* dari ampas tebu hasil penggilingan sebagai bahan bakar, sedangkan tungku masak nira (*Open Pan*) yang dimanfaatkan untuk memasak nira tebu menjadi gula merah menggunakan pemanas dari *steam*, sehingga proses pemasakan berlangsung lebih terkontrol, merata, dan efisien.

Target luaran lain dari KKN Abmas ini antara lain sebagai berikut:

1. Publikasi Berita Populer di Media Massa yang dimuat pada ITS News Online dengan judul “Pelatihan hingga Pendampingan: Tim Abmas ITS Berdayakan Perajin Gula Merah Desa Ngadi, Kediri” dan “Tim Abmas ITS Serahkan Paket Pemasakan Nira Berbasis Steam untuk Perajin Gula Merah di Mojo, Kediri”
2. Publikasi *Book Chapter* yang dimuat pada ITS Press dengan judul “Teknologi Pemasakan dengan Steam untuk Peningkatan Kualitas Gula Merah Tebu di Mojo, Kediri”
3. Video Kegiatan Abmas, yang diunggah di Youtube DRPM ITS dengan judul “Inovasi Pemasakan Gula Merah Tebu Berbasis Pemanasan Tidak Langsung – Desa Ngadi, Kab. Kediri, 2025”
4. Publikasi Hak Kekayaan Industri (HKI) Desain Industri, berupa “Mesin Pemasak Gula Merah Portable” dan “Platform Pemasakan Gula Merah Tebu berbasis Pemanasan Tidak Langsung”

2 | TINJAUAN PUSTAKA

Gula merah, yang dikenal pula sebagai gula non-sentrifugal (*non-centrifugal sugar/NCS*), merupakan produk gula tradisional yang dihasilkan tanpa proses pemisahan molase dari bahan bakunya. Produk ini dapat dibuat dari berbagai sumber nira, antara lain nira aren (*Arenga pinnata* Merr.), nira kelapa (*Cocos nucifera* L.), nira lontar (*Borassus flabellifer* L.), nira tebu (*Saccharum officinarum* L.), serta beberapa sumber nira lainnya^[8]. Dibandingkan dengan gula putih berbasis tebu, gula merah memiliki

karakteristik fungsional yang khas, terutama dalam hal tingkat kemanisan, warna, aroma, dan tekstur. Ciri-ciri tersebut menjadikan gula merah banyak digunakan sebagai bahan pemanis alami dalam berbagai produk pangan dan minuman tradisional. Selain itu, keunggulan gula merah juga didukung oleh hasil kajian *Philippine Food and Nutrition Research Institute* (PFNRI, 2009) yang menunjukkan bahwa gula merah memiliki nilai indeks glikemik yang relatif lebih rendah.

Proses pembuatan gula merah secara tradisional umumnya terdiri atas enam tahapan utama, yaitu: (1) pemanenan atau pemotongan tebu; (2) proses pengepresan tebu untuk memperoleh sari tebu; (3) tahap pemurnian sari tebu guna menghilangkan kotoran dan pengotor; (4) pemanasan sari tebu pada suhu di atas 130 °C untuk menguapkan sebagian besar kandungan air hingga terbentuk sirup gula dengan konsentrasi sekitar 60 °Brix; (5) pemanasan lanjutan disertai pengadukan kontinu pada suhu sekitar 140 °C dan kecepatan pengadukan ± 200 rpm untuk memekatkan sirup hingga mencapai fase semi padat; serta (6) penuangan massa semi padat yang masih mengandung sedikit air ke dalam cetakan, kemudian didinginkan hingga mengeras dan membentuk gula merah secara alami^[9].

Dalam pelaksanaannya, mutu gula merah yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan mutu sebagaimana ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia SNI 01-6237-2000, yang mencakup kriteria fisik, kimia, dan sensori produk.

Tabel 1 Spesifikasi Persyaratan Mutu Gula Merah Tebu Sesuai SNI 01-6237-2000

| No | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan | |
|----|--|--------|------------------------|------------------------|
| | | | Mutu I | Mutu II |
| 1. | Keadaan | | | |
| | a. Bau | - | Khas | |
| | b. Rasa | - | Khas | |
| | c. Warna | - | Coklat muda sampai tua | Coklat muda sampai tua |
| | d. Penampakan | - | Tidak berjamur | Tidak berjamur |
| 2. | Bagian yang tidak larut dalam air, b/b | % | Maks 1,0 | Maks 1,0 |
| 3. | Air, b/b | % | Maks 8,0 | Maks 10 |
| 4. | Gula (dihitung sebagai sakarosa), b/b | % | Min 65 | Min 60 |
| 5. | Gula Pereduksi (dihitung sebagai glukosa), b/b | % | Maks 11 | Maks 14 |
| 6. | Bahan Tambahan Makanan Pengawet | | | |
| | a. Residu | mg/kg | Maks 20 | Maks 20 |
| | b. Benzoat | mg/kg | Maks 200 | Maks 200 |
| 7. | Cemaran Logam | | | |
| | a. Timbal (Pb) | mg/kg | Maks 2,0 | Maks 2,0 |
| | b. Tembaga (Cu) | mg/kg | Maks 2,0 | Maks 2,0 |
| | c. Seng (Zn) | mg/kg | Maks 40,0 | Maks 40,0 |
| | d. Timah (Sn) | mg/kg | Maks 40,0 | Maks 40,0 |
| | e. Raksa (Hg) | mg/kg | Maks 0,03 | Maks 0,03 |
| 8. | Cemaran Arsen | mg/kg | Maks 1,0 | Maks 0,1 |

Steam open pan merupakan sistem pemasakan berbasis pemanasan tidak langsung, di mana energi panas ditransfer ke bahan cair melalui uap air (*steam*) yang mengalir pada permukaan pemanas tanpa kontak langsung dengan sumber api. Pemanfaatan panas laten dari kondensasi uap memungkinkan proses pemanasan berlangsung secara lebih stabil, merata, dan terkontrol, sehingga sesuai untuk proses pemekatan larutan gula yang sensitif terhadap fluktuasi suhu.

Broadfoot dan Mann (2014) melaporkan bahwa penggunaan *steam* pada unit *pan* terbuka mampu meningkatkan efisiensi perpindahan panas dan menjaga laju evaporasi yang relatif konstan selama pemasakan. Dalam sistem ini, panas dilepaskan melalui

proses kondensasi uap pada permukaan pemanas, sehingga menghindari terbentuknya titik panas lokal (*hot spots*) yang umum terjadi pada pemanasan langsung berbasis api. Ketidakstabilan aliran *steam* diketahui dapat menyebabkan variasi laju evaporasi hingga $\pm 30\%$, yang berdampak pada efisiensi proses dan mutu produk.

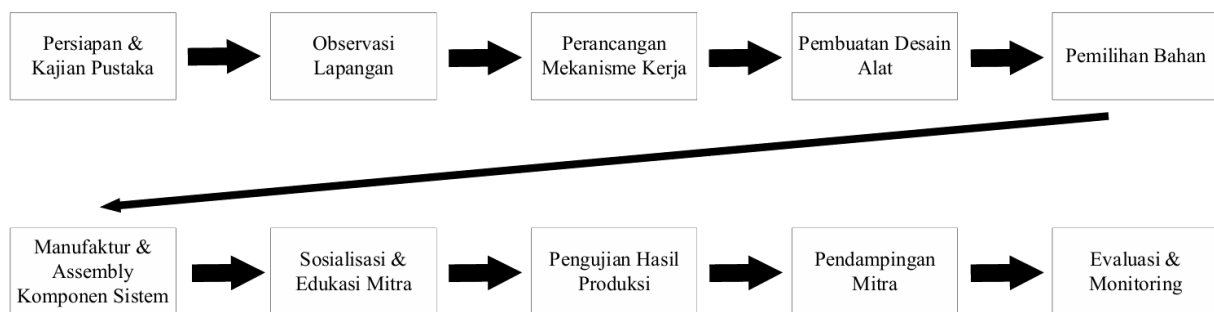
Pengaturan laju *steam* menjadi aspek penting dalam pengoperasian *steam open pan*, khususnya melalui penerapan *steam ramping* pada tahap awal pemasakan untuk menjamin sirkulasi cairan yang baik dan mencegah degradasi termal. Jika diterapkan pada pemasakan nira gula merah, sistem *steam open pan* memberikan keuntungan berupa pengendalian suhu yang lebih baik, pengurangan karamelisasi berlebih, serta minimnya kontaminasi asap, sehingga menghasilkan gula merah dengan warna lebih cerah dan tekstur yang lebih seragam, sejalan dengan prinsip pemasakan pada industri gula tebu modern^[10].

3 | METODE KEGIATAN

3.1 | Strategi Pelaksanaan

Berdasarkan kondisi usaha UD. Dewi Gendis di Desa Ngadi, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri, telah dirancang strategi pelaksanaan kegiatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Strategi ini disusun secara hierarkis mulai dari identifikasi masalah, sosialisasi dan pemahaman mitra, hingga puncak implementasinya pada penerapan teknologi modern.

Mengacu pada hierarki strategi tersebut, kegiatan sosialisasi menjadi fondasi penting yang bertujuan untuk membangun kesiapan dan komitmen mitra dalam menerima serta mengadopsi teknologi pemasakan nira tebu berbasis pemanasan tidak langsung. Sosialisasi dilaksanakan oleh tim pelaksana pengabdian kepada masyarakat dan pemilik UD. Dewi Gendis melalui pemaparan konsep dasar pemanasan tidak langsung menggunakan *steam*, prinsip kerja *boiler* dan tungku pemanasan *open pan*, serta manfaat teknologi dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas gula merah tebu. Pada tahap ini juga disampaikan perbedaan mendasar antara metode pemasakan konvensional yang menggunakan api langsung dengan metode pemasakan inovatif menggunakan *steam*.



Gambar 3 Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan (Sumber: Dokumen Tim Pengabdian, 2025).

3.2 | Rencana Kegiatan

Dalam memberikan solusi teknologi modern berbasis produk untuk mengatasi permasalahan pada proses pemasakan nira tebu yang dihadapi oleh mitra, disusun rencana pelaksanaan kegiatan KKN Abmas yang terstruktur dan sistematis. Rencana kegiatan ini dirancang untuk mendukung penerapan teknologi pemasakan nira tebu secara tidak langsung, sehingga dapat diimplementasikan secara efektif oleh mitra.

Tahap pra-kegiatan difokuskan pada persiapan awal, yang meliputi kajian pustaka terkait teknologi pemasakan nira tebu berbasis *steam*, penyusunan rencana pengabdian, serta observasi lapangan untuk memperoleh gambaran kondisi eksisting mitra. Pada tahap ini juga dilakukan perancangan mekanisme kerja pemasakan gula merah tebu, mencakup integrasi antara *boiler* sebagai penghasil *steam* dengan tungku pemasakan nira *open pan* sebagai unit pemanas.

Tahapan utama meliputi pembuatan desain teknis, pemilihan bahan, serta perancangan alat yang sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas produksi mitra. Selanjutnya dilakukan proses manufaktur dan perakitan komponen sistem produksi gula merah tebu. Setelah sistem terpasang, dilaksanakan kegiatan sosialisasi dan peningkatan pemahaman mitra terkait penggunaan fasilitas

pemasakan gula merah tebu. Tahap ini diakhiri dengan pengujian hasil produksi gula merah untuk mengevaluasi kinerja sistem dan kualitas produk yang dihasilkan.

Tahap pasca-kegiatan difokuskan pada pendampingan mitra selama dua bulan setelah kegiatan pengabdian kepada masyarakat selesai. Pendampingan ini bertujuan untuk memastikan keberlanjutan operasional teknologi, membantu mitra dalam mengatasi kendala teknis yang muncul, serta mengoptimalkan pemanfaatan paket pemasakan nira tebu dalam kegiatan produksi sehari-hari.



Gambar 4 Tim KKN Abmas bersama dosen pembimbing dan mitra.



Gambar 5 Penyerahan Alat kepada Mitra UD. Dewi Gendis.

3.3 | Peran Mahasiswa

Tim Manajemen Bisnis:

- Melakukan dokumentasi kegiatan Abdimas di UD. Dewi Gendis dalam bentuk foto dan video sebagai bahan laporan dan publikasi kegiatan.
- Membuat desain kemasan agar lebih menarik, informatif, serta memiliki nilai jual yang lebih tinggi dengan menyesuaikan karakter produk dan target pasar yang dituju.

Tim Teknik Kimia:

- Menyusun artikel ilmiah untuk dipublikasikan dalam Jurnal *Sewagati* sebagai luaran kegiatan Abmas berdasarkan hasil kegiatan dan data lapangan.

Tim Teknik Mesin:

- Membuat gambar teknik (*drawing*) alat pemasakan gula merah.

Tim Teknik Sipil:

- Menyusun *layout* area kegiatan Abmas guna mendukung penerapan konsep rumah industri sehat yang sesuai dengan standar teknik dan keselamatan kerja.

4 | HASIL DAN DISKUSI

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat di UMKM gula merah tebu UD. Dewi Gendis, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri, memberikan dampak nyata yang selaras dengan tujuan kegiatan, khususnya dalam meningkatkan kualitas produk, efisiensi proses pemasakan, serta kapasitas mitra. Penerapan teknologi pemanasan indirek berbasis *steam* yang disertai dengan pendampingan intensif terbukti mampu menjawab permasalahan utama yang selama ini dihadapi mitra dalam proses pemasakan tradisional, sekaligus mendorong perubahan menuju sistem produksi yang lebih terkendali dan berkelanjutan.

4.1 | Capaian Implementasi Teknologi Pemasakan Berbasis Steam

Capaian utama dari kegiatan ini ditunjukkan melalui terpasangnya sistem pemasakan nira berbasis pemanasan indirek yang terdiri dari *boiler* dan tungku *open pan* berbasis *steam* di lokasi mitra. Sistem ini bekerja sesuai dengan perancangan awal dan mampu menghasilkan panas yang lebih stabil serta merata dibandingkan metode pembakaran langsung yang sebelumnya digunakan. Dengan penggunaan *steam*, nira tidak lagi bersentuhan langsung dengan api, sehingga proses pemasakan menjadi lebih mudah dikendalikan dan risiko kerusakan produk dapat diminimalkan. Teknologi ini dirancang agar sederhana dan mudah dioperasikan, sehingga setelah mendapatkan pelatihan dan pendampingan, mitra mampu mengoperasikan sistem pemanasan *steam* secara mandiri. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses alih teknologi berjalan dengan baik dan tujuan peningkatan kapasitas sumber daya manusia mitra dapat tercapai.



Gambar 6 Demonstrasi Penggunaan Alat Pemanasan Indirek.

4.2 | Dampak terhadap Kualitas Produk Gula Merah

Penerapan pemanasan indirek berbasis *steam* memberikan dampak yang jelas terhadap peningkatan kualitas gula merah yang dihasilkan oleh mitra. Secara visual dan sensoris, gula merah yang diproduksi menunjukkan warna yang lebih cerah dan seragam antarbatch, aroma yang lebih bersih tanpa bau asap pembakaran, serta tekstur yang lebih homogen dan stabil. Perbaikan kualitas ini menunjukkan bahwa pengendalian suhu pemasakan yang lebih stabil mampu menekan terjadinya karamelisasi berlebih serta ketidakteraturan selama proses pemekatan nira, yang sebelumnya sering terjadi pada metode pemanasan langsung. Kondisi tersebut sejalan dengan tujuan program untuk menghasilkan gula merah dengan mutu yang lebih baik dan daya saing yang lebih tinggi di pasar. Kualitas produk diharapkan lebih konsisten sehingga mitra tidak hanya berpotensi meningkatkan nilai jual gula merah, tetapi juga memiliki peluang lebih besar untuk memperluas jangkauan pasar serta membangun kepercayaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan secara berkelanjutan.

4.3 | Efisiensi Energi dan Pemanfaatan Limbah Biomassa

Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan efisiensi energi melalui pemanfaatan *bagasse* sebagai bahan bakar pada sistem *boiler*. Limbah padat yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal kini dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk menghasilkan *steam*, sehingga lebih bernilai guna dalam proses produksi. Selain itu, penerapan sistem pembakaran tertutup pada *boiler* mampu mengurangi emisi asap di area kerja, sehingga lingkungan produksi menjadi lebih bersih dan nyaman bagi para pengrajin. Capaian ini sejalan dengan target program dalam mendorong pemanfaatan sumber daya lokal secara lebih efisien dan berkelanjutan. Pengurangan ketergantungan terhadap kayu bakar tidak hanya membantu menekan biaya operasional, tetapi juga memberikan nilai tambah pada limbah produksi serta mengurangi dampak lingkungan dari proses pemasakan gula merah.

4.4 | Analisis Capaian terhadap Luaran Program

Jika dibandingkan dengan luaran yang direncanakan, program pengabdian ini telah mencapai sebagian besar target utama, yaitu:

1. HKI Desain Industri, sudah terpublikasi 2 HKI Desain Industri
2. Berita Media Massa Kegiatan Terima Alat dan Pemberdayaan Masyarakat
3. *Book Chapter*, kegiatan KKN Abmas Teknologi Tepat Guna ITS Berbasis Produk
4. Video KKN Abmas di Youtube DRPM ITS

4.5 | Respon Mitra terhadap Kebermanfaatan Program

Pelaksanaan program ini mendapatkan respon yang sangat positif dari pihak mitra. Pemilik UD. Dewi Gendis, Ibu Manzilatul Chasanah, menyampaikan bahwa kehadiran teknologi *boiler* dan *steam open pan* memberikan dampak langsung terhadap kenyamanan dan keselamatan kerja. Sebelumnya, pekerja sering mengeluhkan mata perih dan sesak napas akibat paparan asap pekat dari pembakaran ampas tebu dan plastik. Dengan sistem pemanasan indirek, area dapur produksi menjadi jauh lebih bersih dan bebas asap. Selain itu, mitra merasa sangat terbantu karena kualitas warna gula merah yang dihasilkan menjadi lebih cerah dan seragam, yang secara langsung berpotensi meningkatkan nilai jual produk di pasaran. Mitra juga menyatakan komitmennya untuk terus menerapkan dan merawat fasilitas teknologi tersebut sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang telah dilatihkan.

4.6 | Diskusi Keterkaitan Hasil dengan Tujuan Program

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa pendekatan pengabdian berbasis produk dan teknologi tepat guna yang diterapkan dalam program ini efektif dalam meningkatkan kinerja UMKM gula merah. Penerapan inovasi teknologi yang disertai dengan pelatihan dan pendampingan secara berkelanjutan memungkinkan mitra tidak hanya menerima peralatan baru, tetapi juga memahami cara kerja, manfaat, serta pentingnya pengendalian proses dalam produksi gula merah. Pendekatan ini mendorong perubahan pola kerja dari sistem tradisional menuju proses yang lebih terkontrol dan efisien. Program pengabdian ini tidak hanya menghasilkan luaran fisik berupa sistem pemasakan berbasis *steam*, tetapi juga luaran nonfisik berupa peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapan mitra untuk mengadopsi serta mengembangkan teknologi secara mandiri dan berkelanjutan di masa mendatang.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

KKN Abmas berbasis Produk yang dilaksanakan di UD. Dewi Gendis menunjukkan bahwa penerapan sistem pemasakan indirek merupakan solusi yang efektif untuk mengatasi keterbatasan proses pemasakan konvensional. Teknologi ini mampu menyediakan panas yang lebih stabil dan terkontrol, sehingga permasalahan mutu gula merah yang tidak konsisten akibat pemanasan langsung dapat diminimalkan.

Meskipun teknologi sudah dirancang dan berfungsi dengan baik, mitra masih memerlukan pendampingan lanjutan dalam pengoperasian sistem secara mandiri. Oleh karena itu, keberlanjutan program menjadi aspek penting untuk memastikan alih teknologi dapat berlangsung optimal. Penerapan teknologi pemasakan nira berbasis pemanasan indirek ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai model peningkatan proses produksi gula merah tebu yang lebih efisien, higienis, dan ramah lingkungan.

5.2 | Saran

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian masyarakat ini, sebaiknya dilakukan pendampingan dan pelatihan lanjutan kepada mitra guna meningkatkan kemampuan pengoperasian sistem pemasakan nira tebu berbasis pemanasan indirek secara mandiri, terutama terkait aspek keselamatan kerja, pengendalian parameter proses, dan perawatan peralatan. Selain itu, diperlukan *monitoring* berkala untuk mengevaluasi kinerja teknologi dalam penggunaan jangka menengah serta memastikan keberlanjutan operasional.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Tim KKN Abmas menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia, atas dukungan pendanaan melalui Hibah Abmas. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mitra UD. Dewi Gendis, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, sehingga program KKN Abmas Teknologi Tepat Guna berbasis produk ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

1. Sari PA, Analisis efisiensi industri gula merah tebu (studi pada Desa Dukuh Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri). Malang; 2018. Tesis/Skripsi, Universitas Negeri Malang.
2. Mizar MA, Hadi MS, Juwita R. Mekanisasi produksi produk unggulan gula merah sebagai substitusi bahan baku industri makanan di Kediri Jawa Timur. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2025;10(1):56–64.
3. Izuddin MI, Kisah Produksi Gula Merah di Desa Sukolilo: Dari Teknik Tradisional Hingga Serba Modern; 2025. <https://www.desasukolilo.id/berita-dan-pengumuman/3>, accessed: Dec. 19, 2025. [desasukolilo.id](https://www.desasukolilo.id).
4. PortalArjuna, Gula Jawa Kediri yang Tak Pernah Mati; 2021. <https://portalarjuna.net/2021/03/gula-jawa-kediri-yang-tak-pernah-mati/>, accessed: Dec. 19, 2025. [PortalArjuna.net](https://portalarjuna.net).
5. Dinas Perkebunan Kutai Kartanegara, Pembuatan Gula Merah dengan Menggunakan Mesin Produksi Tipe Open Pan Evaporator; 2022. <https://disbun.kukarkab.go.id>, accessed: 2026. disbun.kukarkab.go.id.
6. Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat. Daftar Isi Program Pengabdian Masyarakat. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2025.
7. Asikin Y, Nakaza Y, Maeda G, Kaneda H, Takara K, Wada K. Evaporation Temperature Alters Physicochemical Characteristics and Volatile Maillard Reaction Products of Non-Centrifugal Cane Sugar (NCS). *Applied Sciences* 2023;13(11):6402.
8. Musita N, Saptaningtyas WWE. Pengaruh penambahan pengawet alami pada nira terhadap mutu gula aren. In: *Prosiding Seminar Nasional Ke-1 FT-UNS Fakultas Teknik, Universitas Negeri Sebelas Maret*; 2017. p. 220–226.
9. Liu J, Wan P, Xie C, Chen DW. Key aroma-active compounds in brown sugar and their influence on sweetness. *Food Chemistry* 2021;345:128826.
10. Broadfoot R, Mann AP. Management of a high grade pan stage schedule to reduce the steam consumption. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists* 2014;36:361–372.

Cara mengutip artikel ini: Taufany, F., Altway, A., Susianto, Rahmawati, Y., Nurkhamidah, S., Fahmi, Provito, W. T. A., Kamaliya, N., Wahyudi, D. R. K., Faladhan, R., (2026), Pemanfaatan Teknologi Integrasi Pemasakan Gula Merah Tebu Berbasis Pemanasan Indirek, *Sewagati*, 10(1):171–181, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i1.9396>.