

Jemmy J. S. Dethan



# TEKNOLOGI PANGAN BERBASIS BIOMASSA:

INOVASI DALAM ENERGI,  
PENGOLAHAN,  
DAN KEBERLANJUTAN



Editor: Prof. Dr. Jonathan E. Koehuan



# TEKNOLOGI PANGAN BERBASIS BIOMASSA: INOVASI DALAM ENERGI, PENGOLAHAN, DAN KEBERLANJUTAN

Dr. Jemmy J. S. Dethan



**Tahta Media Group**

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**TEKNOLOGI PANGAN BERBASIS BIOMASSA:  
INOVASI DALAM ENERGI, PENGOLAHAN, DAN KEBERLANJUTAN**

Penulis:  
Dr. Jemmy J. S. Dethan

Desain Cover:  
Tahta Media

Editor:  
Prof. Dr. Jonathan E. Koehuan

Proofreader:  
Tahta Media

Ukuran:  
ix, 129. Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-181-3

Cetakan Pertama:  
April 2026

---

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2026 by Tahta Media Group**

All Right Reserved

**PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP**

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,  
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: [tahtaliterasimedia@gmail.com](mailto:tahtaliterasimedia@gmail.com)

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

## **KATA PENGANTAR**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pangan menuntut adanya inovasi yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan kualitas produk, tetapi juga pada aspek keberlanjutan dan efisiensi energi. Buku Teknologi Pangan Berbasis Biomassa: Inovasi dalam Energi, Pengolahan, dan Keberlanjutan ini hadir sebagai kontribusi akademik yang mengintegrasikan konsep biomassa, teknologi termal seperti torrefaksi, serta pemanfaatannya dalam proses pengolahan pangan dan pengembangan energi alternatif.

Buku ini hadir sebagai salah satu upaya untuk memberikan wawasan komprehensif mengenai pemanfaatan biomassa dalam bidang teknologi pangan, khususnya dalam mendukung efisiensi energi, inovasi proses pengolahan, serta keberlanjutan lingkungan. Pembahasan dalam buku ini disusun secara sistematis, dimulai dari konsep dasar biomassa dalam industri pangan, pemanfaatan limbah sebagai sumber energi, hingga berbagai aplikasi praktis dalam proses pengolahan pangan. Selain itu, buku ini juga mengulas inovasi bahan bakar alternatif, penggunaan biobriket, teknik torrefaksi, serta model prediksi energi yang mendukung efisiensi proses produksi pangan. Tidak hanya itu, aspek keberlanjutan dan peluang pengembangan serta komersialisasi teknologi biomassa juga turut menjadi bagian penting dalam buku ini.

Keunggulan buku ini terletak pada keberhasilannya menghubungkan aspek energi terbarukan dengan teknologi pangan secara terpadu. Integrasi antara efisiensi energi, peningkatan kualitas organoleptik, serta keberlanjutan lingkungan memberikan perspektif baru dalam pengembangan sistem pangan yang lebih adaptif terhadap tantangan global.

Kami menyambut baik terbitnya buku ini sebagai referensi penting dalam pengembangan teknologi pangan berbasis sumber daya lokal. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat luas bagi pengembangan ilmu pengetahuan, peningkatan kapasitas akademik, serta mendorong inovasi yang berkelanjutan di bidang teknologi pangan dan bioenergi.

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Dr. Lesybeth M. Nubatonis

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan penyertaan-Nya sehingga buku Teknologi Pangan Berbasis Biomassa: Inovasi dalam Energi, Pengolahan, dan Keberlanjutan ini dapat diselesaikan. Buku ini disusun sebagai respons terhadap kebutuhan akan pengembangan teknologi pangan yang tidak hanya berorientasi pada kualitas produk, tetapi juga memperhatikan aspek efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan. Di tengah meningkatnya tantangan global terkait krisis energi dan pengelolaan limbah, biomassa hadir sebagai sumber daya yang potensial untuk dimanfaatkan secara optimal dalam mendukung proses pengolahan pangan yang lebih ramah lingkungan.

Secara umum, buku ini menguraikan berbagai konsep, pendekatan, serta praktik pemanfaatan biomassa dalam teknologi pangan. Pada bagian awal, pembaca diajak memahami peran penting biomassa dalam industri pangan, termasuk peluang pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif. Pembahasan ini menjadi landasan untuk melihat bagaimana integrasi antara energi dan pangan dapat diwujudkan secara berkelanjutan. Selanjutnya, buku ini mengulas secara lebih mendalam mengenai teknik torrefaksi sebagai salah satu metode pengolahan biomassa yang berpotensi meningkatkan kualitas energi bahan bakar dalam proses pangan. Pembahasan mencakup pengaruh suhu dan waktu, strategi optimasi, serta implikasinya terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Tidak hanya berhenti pada aspek teoritis, buku ini juga menghadirkan berbagai contoh aplikasi nyata, seperti pemanfaatan biobriket dari daun kesambi sebagai alternatif energi dalam proses pengasapan daging se'i, serta penggunaan berbagai jenis biomassa seperti tempurung kelapa, kulit kemiri, dan limbah pertanian lainnya dalam pengolahan pangan tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi dapat berjalan beriringan dengan kearifan lokal. Lebih lanjut, buku ini membahas inovasi bahan bakar alternatif, analisis faktor yang memengaruhi performa biobriket, serta pendekatan pemodelan untuk memprediksi nilai energi yang dihasilkan. Pembahasan ini memberikan gambaran bagaimana teknologi dan analisis dapat mendukung efisiensi proses pengolahan pangan.

Pada bagian akhir, buku ini menyoroti aspek keberlanjutan, efisiensi energi, serta peluang pengembangan dan komersialisasi teknologi biomassa dalam industri pangan. Berbagai tantangan dan peluang juga diuraikan sebagai bahan refleksi dalam mendorong implementasi teknologi yang lebih luas di masa depan.

Akhir kata, penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat yang nyata dalam pengembangan ilmu teknologi pangan berbasis biomassa serta mendorong lahirnya inovasi-inovasi baru yang mendukung keberlanjutan pangan dan energi di Indonesia.

Kupang, 2026

Penulis

Dr. Jemmy J. S. Dethan

## DAFTAR ISI

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                                                   | <b>iv</b>  |
| <b>PRAKATA .....</b>                                                                          | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                       | <b>vii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                                | <b>1</b>   |
| A. Peran Biomassa dalam Industri Pangan .....                                                 | 1          |
| B. Pemanfaatan Limbah Biomassa untuk Energi dan Pangan .....                                  | 2          |
| C. Tantangan dan Peluang dalam Pengolahan Pangan Berbasis Energi Biomassa .....               | 3          |
| D. Kesimpulan .....                                                                           | 4          |
| <b>BAB 2 TORREFAKSI DALAM PENGOLAHAN PANGAN .....</b>                                         | <b>5</b>   |
| A. Konsep Torrefaksi dan Aplikasinya pada Bahan Pangan.....                                   | 5          |
| B. Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Kualitas Biomassa Pangan .....                            | 8          |
| C. Praktik Pengaturan Waktu Torrefaksi yang Tepat .....                                       | 14         |
| D. Dampak Waktu Torrefaksi yang Tepat pada Kualitas Produk Pangan.....                        | 15         |
| E. Kombinasi Suhu dan Waktu yang Optimal untuk Torrefaksi Biomassa Pangan .....               | 16         |
| F. Pentingnya Penelitian Mendalam untuk Menemukan Kombinasi yang Tepat.....                   | 17         |
| G. Arah Penelitian di Masa Depan.....                                                         | 20         |
| H. Kesimpulan .....                                                                           | 24         |
| <b>BAB 3 BIOBRIKET KESAMBI SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI DALAM PENGASAPAN DAGING SE'I.....</b>    | <b>25</b>  |
| A. Pemanfaatan Daun Kesambi untuk Menggantikan Kayu Kesambi dalam Pengasapan Daging Se'i..... | 25         |
| B. Optimalisasi Ukuran Partikel dan Perekat dalam Biobriket Pangan ..                         | 30         |
| C. Jenis Perekat dan Pengaruhnya terhadap Sifat Biobriket .....                               | 32         |
| D. Dampak Penggunaan Biobriket Terhadap Karakteristik Organoleptik Daging Se'i.....           | 34         |
| E. Kesimpulan .....                                                                           | 37         |
| <b>BAB 4 APLIKASI BIOMASSA DALAM PROSES PENGOLAHAN PANGAN TRADISIONAL.....</b>                | <b>38</b>  |
| A. Briket Arang Tempurung Kelapa untuk Memasak dan Pengolahan Pangan .....                    | 38         |

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| B. Gasifikasi Kulit Kemiri dan Sabut Kelapa sebagai Energi Alternatif dalam Industri Pangan.....            | 39        |
| C. Briket Biomassa Kulit Kemiri dan Ranting Kesambi untuk Meningkatkan Efisiensi Energi Pangan .....        | 40        |
| D. Kesimpulan .....                                                                                         | 41        |
| <b>BAB 5 INOVASI BAHAN BAKAR ALTERNATIF UNTUK PROSES PENGOLAHAN PANGAN .....</b>                            | <b>42</b> |
| A. Pengaruh Perekat dalam Pembuatan Briket Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih untuk Pemanasan Pangan..... | 42        |
| B. Prediksi Nilai Kalor Briket Kulit Buah Asam Jawa dalam Proses Pemangangan Pangan.....                    | 47        |
| C. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Performa Biobriket dalam Pengolahan Makanan .....                      | 52        |
| <b>Bab 6 Studi Eksperimental Torrefaksi Biomassa untuk Pangan.....</b>                                      | <b>57</b> |
| A. RSM-CCD DALAM Meningkatkan Kepadatan Energi Biomassa Pangan.....                                         | 57        |
| B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kepadatan Energi Biomassa Pangan.....                                    | 59        |
| C. Penerapan RSM-CCD untuk Mengoptimalkan Kepadatan Energi Biomassa Pangan.....                             | 60        |
| D. Optimasi Torrefaksi Daun Kesambi untuk Energi dalam Pengolahan Makanan.....                              | 62        |
| E. Kesimpulan .....                                                                                         | 67        |
| <b>BAB 7 MODEL PREDIKSI ENERGI UNTUK PROSES PANGAN BERBASIS BIOMASSA .....</b>                              | <b>68</b> |
| A. Model Wahid, Nhuchhen, dan Kieseler dalam Memprediksi Nilai Kalor Biobriket Pangan.....                  | 68        |
| B. Nilai Panas Tinggi (HHV) Biobriket Pangan.....                                                           | 72        |
| C. Kesimpulan .....                                                                                         | 76        |
| <b>BAB 8 PEMANFAATAN LIMBAH BIOMASSA DALAM TEKNOLOGI PANGAN .....</b>                                       | <b>77</b> |
| A. Pemanfaatan Cabang Kesambi dalam Produksi Energi untuk Memasak dan Pengolahan Pangan.....                | 77        |
| B. Rencana Pengolahan dan Optimasi Proses.....                                                              | 79        |
| C. Optimalisasi Komposisi Briket Biomassa untuk Pemanasan dan Pengolahan Makanan .....                      | 81        |

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| D. Kesimpulan .....                                                                       | 85         |
| <b>BAB 9 PENGASAPAN DAN KARAKTERISTIK DAGING SE'I.....</b>                                | <b>86</b>  |
| A. Pengasapan DAN Susut & Karakteristik Organoleptik Daging.....                          | 86         |
| B. Pengasapan Menggunakan Biobriket Daun Kesambi DAN pH & Kadar Protein Daging Se'i ..... | 90         |
| C. Kesimpulan .....                                                                       | 94         |
| <b>BAB 10 KEBERLANJUTAN DAN EFISIENSI ENERGI DALAM PROSES PANGAN .....</b>                | <b>95</b>  |
| A. Penggunaan Biomassa terhadap Efisiensi Energi dalam Industri Pangan.....               | 95         |
| B. Studi Kasus dan Implementasi Biobriket dalam Pemrosesan Makanan.....                   | 101        |
| C. Pengembangan Teknologi Pangan Berbasis Biomassa untuk Mendukung Keberlanjutan.....     | 103        |
| D. Kesimpulan .....                                                                       | 105        |
| <b>BAB 11 INOVASI TEKNOLOGI PANGAN BERBASIS BIOMASSA.....</b>                             | <b>107</b> |
| A. Metode Eksperimen dalam Pengembangan Teknologi Pangan Berbasis Biomassa .....          | 107        |
| B. Reaktor Torrefaksi Dan Efisiensi Pengolahan Pangan.....                                | 110        |
| C. Manfaat Implementasi Teknologi Biomassa.....                                           | 114        |
| D. Tantangan dalam Implementasi Teknologi Biomassa.....                                   | 114        |
| E. Studi Kasus Implementasi Biomassa dalam Industri Pangan.....                           | 115        |
| F. Kesimpulan .....                                                                       | 115        |
| <b>BAB 12 KOMERSIALISASI TEKNOLOGI BIOMASSA DALAM INDUSTRI PANGAN .....</b>               | <b>116</b> |
| A. Teknologi Pangan Berbasis Biomassa .....                                               | 116        |
| B. Integrasi Teknologi Biomassa dalam Kebijakan Industri Pangan....                       | 119        |
| C. Potensi Komersialisasi Produk Biobriket untuk Industri Pangan.....                     | 122        |
| D. Kesimpulan .....                                                                       | 125        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                               | <b>126</b> |
| <b>PROFIL PENULIS.....</b>                                                                | <b>129</b> |

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. PERAN BIOMASSA DALAM INDUSTRI PANGAN**

Biomassa, yang mencakup bahan organik yang berasal dari tumbuhan dan hewan, telah lama dikenal sebagai sumber daya alam yang memiliki potensi besar dalam industri pangan. Pada dasarnya, biomassa adalah bahan yang dapat diubah menjadi produk energi dan pangan melalui berbagai proses bioteknologi dan teknik pengolahan lainnya. Dalam konteks industri pangan, biomassa berperan tidak hanya sebagai bahan baku utama dalam pembuatan produk pangan, tetapi juga sebagai sumber energi yang mendukung proses produksi pangan.

Dalam banyak aspek, biomassa memainkan peran vital dalam menyediakan bahan mentah untuk pengolahan pangan. Sebagai contoh, hasil pertanian seperti jagung, gandum, dan kedelai merupakan sumber biomassa yang umum digunakan untuk produksi pangan. Selain itu, hasil samping dari industri pertanian, seperti kulit jagung, sekam padi, dan batang tanaman, sering kali dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam proses pengolahan pangan, memberikan keuntungan dari segi pemanfaatan limbah dan efisiensi sumber daya alam.

Secara lebih luas, biomassa dalam industri pangan juga berfungsi sebagai bahan baku untuk produk turunan lainnya seperti pakan ternak, bahan baku biofuel, dan bahan tambahan makanan yang memiliki nilai gizi. Selain itu, biomassa dapat menjadi bahan baku dalam produksi bahan pangan fungsional yang mengandung kandungan gizi tinggi atau sifat kesehatan tertentu, seperti produk yang mengandung prebiotik atau probiotik.

Namun, peran biomassa dalam industri pangan bukan tanpa tantangan. Pemanfaatan biomassa harus mempertimbangkan keberlanjutan dalam konteks ekonomi, lingkungan, dan sosial. Pemilihan jenis biomassa yang tepat, metode pengolahan yang efisien, serta dampak terhadap lingkungan dan kesejahteraan masyarakat perlu menjadi pertimbangan penting dalam setiap tahap pengembangan dan penerapan biomassa dalam industri pangan.

## **B. PEMANFAATAN LIMBAH BIOMASSA UNTUK ENERGI DAN PANGAN**

Pemanfaatan limbah biomassa untuk energi dan pangan memiliki potensi yang sangat besar dalam mendukung ketahanan pangan dan energi secara berkelanjutan. Limbah biomassa ini dapat berupa sisa hasil pertanian, sisa hutan, limbah makanan, dan bahkan limbah industri, yang sebelumnya seringkali dianggap sebagai sampah yang tidak bernilai. Dengan menggunakan teknologi yang tepat, limbah biomassa ini dapat diolah menjadi produk energi terbarukan atau digunakan kembali sebagai bahan pangan yang berguna.

Salah satu pemanfaatan utama limbah biomassa adalah sebagai bahan bakar alternatif, terutama dalam bentuk bioenergi. Limbah biomassa dapat diubah menjadi bioetanol, biogas, atau briket biomassa, yang digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil dalam pembangkit listrik, pemanas, atau proses industri lainnya. Pengolahan limbah biomassa menjadi energi terbarukan tidak hanya mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak perubahan iklim.

Selain itu, limbah biomassa yang digunakan dalam industri pangan sering kali mengalami konversi menjadi produk pangan tambahan atau bahan pangan fungsional. Sebagai contoh, kulit jagung atau sisa tanaman lainnya dapat diolah menjadi tepung untuk digunakan dalam pembuatan produk olahan seperti biskuit atau makanan ringan. Limbah biomassa yang kaya akan serat, vitamin, dan mineral dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam produk pangan untuk meningkatkan kualitas gizi atau memberikan manfaat kesehatan tertentu.

Selain dari sisi energi dan pangan, pemanfaatan limbah biomassa juga dapat mengurangi volume sampah yang dibuang ke lingkungan, yang pada gilirannya berpotensi mengurangi polusi. Namun, proses pengolahan limbah biomassa ini membutuhkan perhatian terhadap faktor-faktor seperti efisiensi konversi, kualitas produk akhir, dan dampak lingkungan, terutama dalam hal penggunaan bahan kimia atau teknologi yang mungkin berisiko merusak ekosistem lokal.

### **C. TANTANGAN DAN PELUANG DALAM PENGOLAHAN PANGAN BERBASIS ENERGI BIOMASSA**

Pengolahan pangan berbasis energi biomassa menawarkan berbagai peluang, namun juga menghadapi sejumlah tantangan yang perlu diatasi untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas pemanfaatannya. Tantangan utama dalam pengolahan pangan berbasis biomassa adalah terkait dengan ketersediaan bahan baku, teknologi pengolahan, dan keberlanjutan lingkungan.

Salah satu tantangan terbesar adalah ketersediaan dan konsistensi bahan baku biomassa. Banyak bahan baku biomassa yang bergantung pada hasil pertanian musiman, yang membuat pasokan tidak selalu stabil. Ketidakstabilan pasokan ini dapat mengganggu produksi pangan berbasis biomassa, sehingga mempengaruhi kualitas dan jumlah produk yang dihasilkan. Selain itu, pengumpulan dan pengolahan biomassa memerlukan infrastruktur yang memadai, seperti fasilitas pengolahan yang efisien dan sistem distribusi yang dapat mengatasi tantangan logistik.

Selain itu, pengolahan biomassa menjadi produk pangan atau energi terbarukan sering kali memerlukan teknologi yang relatif mahal dan memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam. Pengembangan dan penerapan teknologi yang dapat mengubah biomassa menjadi produk bernilai tambah, seperti tepung, briket, atau bahan pangan fungsional, membutuhkan riset dan pengembangan lebih lanjut untuk memastikan keberlanjutan dalam jangka panjang. Teknologi pengolahan yang ramah lingkungan juga harus diperkenalkan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem.

Di sisi lain, peluang dalam pengolahan pangan berbasis biomassa cukup luas. Dengan semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya keberlanjutan dan pengurangan ketergantungan pada sumber daya fosil, pemanfaatan biomassa sebagai sumber pangan alternatif dan energi terbarukan memiliki potensi untuk berkembang. Dengan pengolahan yang tepat, limbah biomassa bisa diubah menjadi produk pangan dengan nilai tambah yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat, mengurangi biaya produksi pangan, dan meningkatkan ketahanan pangan global.

Selain itu, sektor pertanian dan industri pengolahan pangan berbasis biomassa juga dapat membuka peluang baru dalam hal penciptaan lapangan kerja dan pengembangan ekonomi lokal. Peningkatan inovasi dalam pengolahan limbah biomassa, termasuk teknologi fermentasi, ekstraksi enzim,

atau penggunaan mikroorganisme untuk meningkatkan nilai gizi, dapat menjadi pendorong utama bagi pertumbuhan sektor ini.

Dalam perspektif yang lebih luas, pemanfaatan biomassa untuk pangan dan energi juga memiliki dampak positif terhadap ketahanan energi nasional, terutama di negara-negara yang masih bergantung pada impor energi fosil. Pemanfaatan biomassa lokal dapat mengurangi defisit energi, mengurangi polusi, serta mendukung ekonomi berbasis sumber daya alam yang lebih berkelanjutan.

#### **D. KESIMPULAN**

Secara keseluruhan, biomassa memiliki peran penting dalam industri pangan dan energi terbarukan. Pemanfaatan limbah biomassa untuk energi dan pangan memberikan potensi besar untuk menciptakan sistem produksi pangan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Meskipun tantangan seperti ketersediaan bahan baku, teknologi pengolahan, dan keberlanjutan lingkungan masih perlu diatasi, peluang yang ditawarkan oleh pemanfaatan biomassa dalam pengolahan pangan dan energi cukup besar. Oleh karena itu, riset dan inovasi yang berkelanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan biomassa, serta mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan, demi tercapainya sistem pangan yang lebih berkelanjutan.

# **BAB 2 TORREFAKSI DALAM PENGOLAHAN PANGAN**

## **A. KONSEP TORREFAKSI DAN APLIKASINYA PADA BAHAN PANGAN**

Torrefaksi adalah proses termal yang dilakukan pada biomassa dengan pemanasan pada suhu tinggi dalam kondisi tanpa oksigen atau dengan kadar oksigen yang sangat rendah. Tujuan utama dari proses torrefaksi adalah untuk meningkatkan kualitas biomassa dengan mengurangi kadar air, meningkatkan densitas, serta mengubah komposisi kimia biomassa agar lebih cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti bahan bakar padat atau produk olahan lainnya, termasuk dalam industri pangan.

Pada dasarnya, torrefaksi mengubah struktur fisik dan kimia biomassa, menghasilkan produk yang lebih stabil, lebih mudah dicerna, dan memiliki sifat fungsional yang lebih baik. Biomassa yang telah mengalami torrefaksi cenderung lebih mudah disimpan dan diangkut karena peningkatan kepadatan energi dan pengurangan kadar air. Proses ini juga menghasilkan produk yang lebih tahan lama dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan biomassa yang tidak melalui proses ini.

### **Proses Torrefaksi:**

Torrefaksi dilakukan pada suhu antara 200°C hingga 300°C dalam atmosfer yang terkontrol, di mana kadar oksigen sangat rendah atau tidak ada sama sekali (Basu, 2013). Pada suhu ini, sebagian besar air dalam biomassa akan menguap, dan sebagian besar komponen volatil akan terdegradasi, meninggalkan material yang lebih stabil. Proses ini menyebabkan pengurangan kandungan air biomassa yang signifikan, meningkatkan nilai kalor, dan membuat material lebih mudah terbakar. Selama torrefaksi, biomassa juga mengalami perubahan dalam komposisi kimianya, mengarah

pada peningkatan kepadatan energi. Akibatnya, bahan bakar yang dihasilkan memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dan lebih efisien untuk digunakan dalam berbagai aplikasi.

Dampak Torrefaksi pada Biomassa:

1. Peningkatan Nilai Kalor: Proses torrefaksi meningkatkan nilai kalor biomassa dengan mengurangi kadar air, meningkatkan kandungan karbon, dan menghilangkan sebagian besar senyawa volatil. Hasil akhirnya adalah biomassa dengan nilai energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan baku aslinya.
2. Pengurangan Kadar Air: Pengurangan kadar air dalam biomassa adalah salah satu hasil utama dari proses torrefaksi. Ini meningkatkan stabilitas bahan, mengurangi risiko pembusukan atau kerusakan mikroba, dan meningkatkan umur simpan biomassa.
3. Peningkatan Kepadatan Energi: Dengan mengurangi kadar air dan menghilangkan komponen volatil, biomassa yang ditorefaksi menjadi lebih padat energi, sehingga lebih efisien untuk digunakan sebagai bahan bakar atau dalam aplikasi lain.
4. Stabilitas dan Kemudahan Transportasi: Produk biomassa yang telah mengalami torrefaksi lebih mudah disimpan dan diangkut karena kestabilan yang lebih baik dan pengurangan kandungan air, yang mengurangi berat dan volume produk.
5. Kualitas dan Sifat Organoleptik: Dalam aplikasi pangan, torrefaksi sering digunakan untuk meningkatkan sifat organoleptik bahan pangan. Proses ini dapat memodifikasi rasa, aroma, dan tekstur bahan makanan tertentu, menjadikannya lebih lezat dan memiliki daya simpan yang lebih lama.

Aplikasi Torrefaksi pada Bahan Pangan:

Torrefaksi tidak hanya digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi biomassa tetapi juga memiliki aplikasi signifikan dalam industri pangan. Beberapa keuntungan dari menggunakan biomassa yang telah ditorefaksi dalam industri pangan antara lain:

1. Peningkatan Sifat Organoleptik: Torrefaksi dapat memperbaiki rasa, aroma, dan tekstur bahan pangan. Proses ini membantu memperkaya rasa makanan dengan memberikan aroma asap yang khas, serta meningkatkan tekstur dan kekenyalan produk. Sebagai contoh, daun-daun atau kulit dari tanaman tertentu yang ditorefaksi bisa digunakan untuk menghasilkan

rasa yang lebih intens dan lebih enak pada produk pangan olahan (Dethan J. J. S. et al., 2023).

2. Peningkatan Daya Simpan: Torrefaksi mengurangi kandungan air dalam biomassa, yang sangat penting untuk meningkatkan daya simpan bahan pangan. Dengan mengurangi kelembaban, proses torrefaksi membantu mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak bahan pangan, memperpanjang umur simpan produk.
3. Penggunaan Limbah Biomassa: Proses torrefaksi memberikan nilai tambah bagi limbah biomassa yang sering kali tidak dimanfaatkan, seperti daun-daun, kulit tanaman, atau limbah pertanian lainnya. Limbah ini dapat diubah menjadi produk yang bermanfaat dalam industri pangan, mengurangi pemborosan dan meningkatkan keberlanjutan produksi pangan (Dethan J.J.S. et al., 2024).

### **Contoh Aplikasi Torrefaksi pada Bahan Pangan:**

Salah satu contoh aplikasi torrefaksi pada bahan pangan adalah penggunaan daun Kesambi. Daun Kesambi, yang sering dianggap sebagai limbah, dapat diolah melalui proses torrefaksi untuk menghasilkan produk dengan daya simpan yang lebih lama dan kualitas rasa yang lebih baik. Setelah melalui proses torrefaksi, daun Kesambi yang telah diproses bisa digunakan dalam pembuatan bahan baku pangan seperti tepung, atau bahkan menjadi bahan tambahan untuk produk pangan yang lebih bergizi.

Proses torrefaksi pada daun Kesambi menghasilkan bahan yang lebih stabil dan mudah dicerna, serta meningkatkan kandungan energi yang terkandung dalam produk akhir. Dalam hal ini, proses torrefaksi meningkatkan nilai gizi daun Kesambi, mengubahnya dari limbah pertanian yang terbuang menjadi bahan pangan yang bernilai tinggi. Torrefaksi juga membantu meningkatkan rasa dan aroma produk akhir, memberikan produk pangan rasa yang lebih enak dan tekstur yang lebih baik.

Selain itu, biomassa yang telah ditorefaksi dapat digunakan untuk menghasilkan tepung, bahan baku snack, atau produk pangan fungsional. Dengan torrefaksi, bahan pangan yang sebelumnya kurang diminati bisa diubah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan memiliki potensi pasar yang lebih luas.

### **Manfaat Torrefaksi bagi Industri Pangan:**

1. Keberlanjutan: Menggunakan limbah biomassa yang ditorrefaksi sebagai bahan baku pangan atau energi membantu mengurangi pemborosan dan meningkatkan keberlanjutan dalam industri pangan.
2. Pengurangan Pemborosan Sumber Daya: Dengan memanfaatkan limbah biomassa yang tidak terpakai, torrefaksi membantu mengurangi pemborosan sumber daya alam dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku.
3. Inovasi dalam Pengolahan Pangan: Proses torrefaksi membuka peluang untuk menciptakan produk pangan inovatif yang lebih bergizi dan memiliki daya simpan yang lebih lama, sekaligus meningkatkan kualitas organoleptik produk.

Torrefaksi adalah teknologi yang sangat berguna untuk meningkatkan kualitas biomassa dan memperluas aplikasi biomassa dalam industri pangan. Dengan mengurangi kadar air, meningkatkan kepadatan energi, dan mengubah komposisi kimia, torrefaksi membuat biomassa lebih cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, baik sebagai bahan bakar terbarukan maupun bahan baku pangan. Selain itu, torrefaksi membantu meningkatkan sifat organoleptik produk pangan, seperti rasa, aroma, dan tekstur, sekaligus meningkatkan daya simpan produk tersebut. Ini memberikan manfaat yang signifikan bagi keberlanjutan produksi pangan dan pemanfaatan limbah biomassa yang sebelumnya terbuang sia-sia.

### **B. PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP KUALITAS BIOMASSA PANGAN**

Suhu dan waktu merupakan dua faktor kunci yang mempengaruhi hasil torrefaksi biomassa pangan. Setiap kombinasi suhu dan waktu akan menghasilkan perubahan fisik dan kimia yang berbeda pada biomassa, yang selanjutnya memengaruhi kualitas bahan pangan tersebut. Oleh karena itu, pemahaman tentang hubungan antara suhu, waktu, dan kualitas biomassa sangat penting untuk mengoptimalkan proses torrefaksi agar produk yang dihasilkan memiliki karakteristik yang diinginkan.

### **Pengaruh Suhu:**

Proses torrefaksi memainkan peran penting dalam mengubah sifat fisik dan kimia biomassa, yang sangat berpengaruh pada kualitas produk akhir, termasuk dalam aplikasi pangan. Suhu yang digunakan dalam proses torrefaksi memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aspek kualitas biomassa, seperti kandungan air, densitas energi, dan profil aroma produk akhir. Oleh karena itu, suhu yang tepat sangat penting untuk mencapai tujuan yang diinginkan dalam pengolahan biomassa menjadi bahan baku pangan atau energi terbarukan.

### **Pengaruh Suhu Torrefaksi terhadap Kualitas Biomassa Pangan**

#### **1. Kandungan Air**

Salah satu perubahan utama yang terjadi selama torrefaksi adalah pengurangan kandungan air dalam biomassa. Semakin tinggi suhu torrefaksi, semakin banyak air yang menguap dari biomassa. Pengurangan kadar air ini meningkatkan stabilitas produk akhir dan mengurangi kemungkinan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak bahan pangan. Pada suhu yang lebih tinggi, biomassa akan kehilangan kelembabannya lebih cepat, menjadikannya lebih kering dan lebih stabil untuk penyimpanan jangka panjang.

Pengurangan kandungan air juga membuat produk akhir lebih mudah diolah atau diubah menjadi produk pangan olahan, seperti tepung atau bahan baku lain yang lebih tahan lama. Sebagai contoh, daun Kesambi yang mengalami torrefaksi pada suhu tinggi akan menghasilkan produk dengan kandungan air yang rendah, sehingga lebih tahan lama dan lebih aman dari kerusakan akibat kelembaban.

#### **2. Densitas Energi**

Peningkatan suhu torrefaksi juga berpengaruh pada densitas energi biomassa. Pada suhu yang lebih tinggi, sebagian besar komponen volatil seperti senyawa organik terdegradasi, meningkatkan kandungan karbon dan mengurangi kandungan air dan oksigen. Proses ini meningkatkan nilai kalor biomassa, menjadikannya lebih padat energi. Biomassa yang ditorefaksi pada suhu tinggi cenderung memiliki nilai kalor yang lebih tinggi, membuatnya lebih efisien sebagai bahan bakar atau bahan baku dalam pengolahan pangan yang memerlukan sumber energi terbarukan.

Dalam industri pangan, produk yang telah ditorrefaksi dengan densitas energi yang lebih tinggi bisa digunakan dalam aplikasi seperti pengasapan atau pemanggangan, di mana sumber energi yang lebih efisien dan stabil sangat dibutuhkan untuk menghasilkan produk pangan yang berkualitas.

### 3. Profil Aroma

Suhu torrefaksi juga mempengaruhi profil aroma biomassa, yang penting dalam aplikasi pangan. Pada suhu yang lebih tinggi, senyawa aromatik yang terbentuk selama proses dekomposisi biomassa dapat menghasilkan aroma yang lebih kuat dan khas. Di sisi lain, jika suhu terlalu tinggi, dapat menyebabkan terjadinya dekomposisi berlebihan yang menghasilkan aroma yang tidak diinginkan, seperti rasa pahit atau terbakar, yang bisa mempengaruhi kualitas produk pangan.

Sebagai contoh, daun Kesambi yang ditorrefaksi pada suhu optimal menghasilkan aroma yang khas dan dapat digunakan dalam pengolahan pangan seperti pembakaran daging atau pengasapan ikan untuk memberikan rasa yang lebih kaya. Namun, jika suhu torrefaksi terlalu tinggi, dapat menyebabkan hilangnya kualitas aroma yang diinginkan, sehingga mempengaruhi rasa dan kesan konsumen terhadap produk akhir.

### **Risiko dan Tantangan pada Suhu yang Terlalu Tinggi**

Peningkatan suhu torrefaksi yang terlalu tinggi memang meningkatkan densitas energi dan mengurangi kandungan air, tetapi perubahan tekstur dan struktur seluler pada bahan pangan juga bisa terjadi. Pada suhu yang sangat tinggi, terutama di atas 300°C, bahan biomassa seperti daun atau batang tanaman dapat mengalami degradasi termal yang lebih besar, yang mengarah pada kerusakan struktur sel dan perubahan tekstur yang drastis. Hal ini dapat memengaruhi kualitas dan daya simpan produk pangan yang dihasilkan.

Misalnya, daun yang dipanaskan pada suhu tinggi dapat kehilangan tekstur kenyal dan menjadi rapuh, yang berpotensi mengurangi kualitas produk akhir, terutama jika bahan pangan tersebut diharapkan memiliki tekstur tertentu, seperti yang ditemukan pada produk pangan olahan seperti keripik, snack, atau bahan baku tepung. Oleh karena itu, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan fisik pada bahan pangan yang tidak dapat diperbaiki.

## **Pemilihan Suhu Optimal untuk Torrefaksi**

Menentukan suhu optimal untuk torrefaksi sangat penting karena suhu yang terlalu rendah tidak akan cukup untuk menghasilkan biomassa yang padat energi dan stabil, sementara suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan tekstur yang merugikan pada bahan pangan. Oleh karena itu, suhu yang optimal harus disesuaikan dengan jenis biomassa yang digunakan dan tujuan pengolahan yang diinginkan.

Rentang suhu yang disarankan untuk torrefaksi biasanya berkisar antara 200°C hingga 300°C. Suhu dalam rentang ini cukup untuk meningkatkan nilai kalor dan mengurangi kandungan air tanpa menyebabkan degradasi berlebihan pada struktur seluler biomassa. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa 250°C hingga 280°C merupakan suhu yang paling optimal untuk proses torrefaksi pada berbagai jenis biomassa pangan, termasuk daun Kesambi, kulit buah, dan limbah pertanian lainnya.

## **Pertimbangan dalam Pemilihan Suhu Optimal Berdasarkan Jenis Biomassa**

Berikut beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam memilih suhu yang tepat untuk torrefaksi, tergantung pada jenis biomassa yang digunakan:

### **1. Jenis Tanaman**

Setiap jenis tanaman memiliki komposisi kimia yang berbeda, yang memengaruhi suhu torrefaksi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Tanaman yang kaya akan lignin, seperti cabang pohon atau batang, biasanya membutuhkan suhu torrefaksi yang lebih tinggi untuk mencapai hasil yang diinginkan, sementara tanaman yang kaya akan selulosa atau hemiselulosa mungkin dapat ditorefaksi pada suhu yang sedikit lebih rendah.

### **2. Tujuan Pengolahan**

Tujuan dari torrefaksi akan memengaruhi suhu yang dipilih. Jika tujuan utama adalah untuk memperbaiki rasa dan aroma produk pangan, suhu yang sedikit lebih tinggi mungkin diperlukan untuk menghasilkan senyawa aromatik yang diinginkan. Namun, jika tujuan utama adalah untuk menciptakan bahan bakar biomassa dengan nilai kalor tinggi, suhu yang lebih tinggi diperlukan untuk mengurangi kadar air dan meningkatkan kepadatan energi.

### 3. Kualitas Tekstur yang Diharapkan

Suhu torrefaksi yang terlalu tinggi dapat merusak tekstur biomassa, terutama pada bahan yang sensitif seperti daun atau biji-bijian. Jika tekstur yang halus atau kenyal dibutuhkan dalam produk akhir, suhu yang lebih rendah akan lebih ideal. Misalnya, dalam pembuatan tepung dari limbah tanaman, suhu yang terlalu tinggi dapat merusak kemampuan penggilingan atau pengolahan lebih lanjut.

### 4. Durasi Proses Torrefaksi

Lama waktu torrefaksi juga harus disesuaikan dengan suhu yang digunakan. Semakin tinggi suhu, semakin cepat proses dekomposisi dan pengurangan kandungan air dalam biomassa. Oleh karena itu, suhu yang lebih tinggi mungkin memerlukan waktu yang lebih singkat untuk mencapai hasil yang diinginkan, sementara suhu yang lebih rendah akan membutuhkan waktu yang lebih lama.

Suhu torrefaksi adalah faktor kunci dalam menentukan kualitas dan karakteristik produk biomassa yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam torrefaksi, semakin banyak kandungan air yang terbuang, meningkatkan kepadatan energi, dan menghasilkan produk dengan nilai kalor yang lebih tinggi. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat merusak struktur sel dan tekstur biomassa, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kualitas organoleptik dan daya simpan produk pangan yang dihasilkan. Oleh karena itu, memilih suhu yang optimal—tergantung pada jenis biomassa dan tujuan pengolahan—sangat penting untuk memastikan kualitas terbaik dari produk akhir.

Suhu antara 200°C hingga 300°C sering kali dianggap sebagai rentang suhu yang optimal untuk torrefaksi pada banyak jenis biomassa, memberikan keseimbangan antara efisiensi pembakaran dan kualitas tekstur produk pangan.

## Pengaruh Waktu

### 1. Pengaruh Waktu Torrefaksi terhadap Kualitas Biomassa Pangan

Proses torrefaksi adalah proses termal yang melibatkan pemanasan biomassa pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas oksigen, bertujuan untuk mengurangi kandungan air, meningkatkan densitas energi, dan mengubah komposisi kimia biomassa agar lebih cocok digunakan sebagai bahan bakar atau dalam aplikasi lain, termasuk pengolahan pangan. Selain

suhu, waktu torrefaksi juga memegang peranan penting dalam menentukan kualitas produk akhir, termasuk kandungan air, nilai energi, serta sifat organoleptik bahan pangan.

## 2. Pengaruh Waktu Torrefaksi terhadap Kandungan Air dan Nilai Energi

Waktu torrefaksi berhubungan langsung dengan tingkat pengeringan dan degradasi biomassa. Semakin lama waktu torrefaksi, semakin banyak air yang teruapkan dari biomassa, yang menghasilkan produk dengan kandungan air yang lebih rendah. Proses ini sangat penting dalam meningkatkan kepadatan energi biomassa, karena dengan mengurangi kandungan air, biomassa menjadi lebih padat dan lebih efisien sebagai sumber energi.

Proses pengeringan yang terjadi selama torrefaksi menyebabkan biomassa kehilangan sebagian besar kelembabannya, yang meningkatkan nilai kalor dan energi terperangkap dalam produk akhir. Waktu torrefaksi yang lebih panjang akan menghilangkan lebih banyak air dari biomassa, sehingga menghasilkan produk dengan nilai kalor yang lebih tinggi dan lebih cocok untuk digunakan sebagai bahan bakar atau sumber energi alternatif.

Namun, jika proses berlangsung terlalu lama, kandungan air dapat berkurang secara berlebihan, dan terjadi perubahan lain pada struktur biomassa yang mempengaruhi kualitas dan tekstur produk akhir. Oleh karena itu, pengaturan waktu torrefaksi yang tepat sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara pengurangan air dan perubahan fisik yang diinginkan.

## 3. Efek Waktu Torrefaksi terhadap Senyawa Aromatik dan Karakteristik Organoleptik

Pada waktu yang lebih lama, degradasi biomassa menghasilkan perubahan kimia yang lebih signifikan, termasuk pembentukan senyawa aromatik yang lebih kompleks. Senyawa-senyawa ini dapat meningkatkan rasa dan aroma produk akhir, yang sangat penting dalam industri pangan, khususnya dalam produk yang membutuhkan cita rasa dan aroma khas seperti produk yang diasapi atau dipanggang.

Namun, pembentukan senyawa aromatik yang berlebihan dapat membawa dampak negatif pada karakteristik organoleptik produk pangan. Misalnya, senyawa yang terbentuk pada suhu dan waktu tinggi dapat menghasilkan rasa yang terlalu pahit atau bahkan rasa yang tidak

diinginkan, yang dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk tersebut. Selain itu, perubahan warna dan tekstur juga dapat terjadi, yang pada gilirannya akan memengaruhi kualitas visual dan tekstur produk akhir.

Pengaruh Terlalu Lama Waktu Torrefaksi:

1. **Peningkatan Senyawa Asam:** Pada waktu yang lebih panjang, reaksi termal dalam biomassa dapat menyebabkan pembentukan senyawa asam, yang dapat mempengaruhi rasa dan aroma produk akhir. Senyawa asam ini, meskipun dapat memberikan rasa kompleks, juga dapat memberikan rasa yang terlalu tajam atau tidak diinginkan dalam produk pangan tertentu.
2. **Rasa Pahit:** Pengolahan biomassa yang berlangsung terlalu lama dapat menyebabkan peningkatan pembentukan senyawa pahit. Hal ini dapat menurunkan kualitas organoleptik produk, terutama pada produk pangan yang diharapkan memiliki rasa yang lebih manis atau netral. Misalnya, dalam pembuatan bahan baku tepung atau snack berbasis biomassa, rasa pahit yang timbul akibat degradasi berlebih dapat merugikan daya tarik produk.
3. **Kerusakan Tekstur:** Degradasi biomassa yang berlebihan juga dapat menyebabkan perubahan struktural pada bahan pangan. Misalnya, pada bahan pangan seperti daun atau batang tanaman, suhu dan waktu yang berlebihan dapat merusak struktur seluler, menyebabkan bahan pangan menjadi rapuh atau kering berlebihan, yang mempengaruhi tekstur dan kualitas produk akhir.

### **C. PRAKTIK PENGATURAN WAKTU TORREFAKSI YANG TEPAT**

Untuk mencapai hasil yang optimal dalam pengolahan biomassa pangan, pengaturan waktu torrefaksi sangat penting. Waktu yang tepat akan membantu menjaga kualitas rasa, aroma, tekstur, dan daya simpan bahan pangan, sementara waktu yang terlalu lama dapat merusak produk akhir. Berikut adalah beberapa pertimbangan dalam pengaturan waktu torrefaksi:

1. **Jenis Biomassa:** Setiap jenis biomassa memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal kandungan air, komposisi kimia, dan struktur fisik. Oleh karena itu, waktu torrefaksi harus disesuaikan dengan jenis

biomassa yang digunakan. Misalnya, daun atau kulit buah mungkin memerlukan waktu torrefaksi yang lebih singkat dibandingkan dengan batang atau kayu, karena kandungan air dan komponen strukturalnya yang lebih tinggi.

2. Tujuan Pengolahan: Tujuan utama dari torrefaksi akan mempengaruhi waktu yang digunakan. Jika tujuannya adalah untuk memperbaiki aroma atau membuat bahan lebih mudah dicerna, waktu torrefaksi mungkin perlu sedikit lebih panjang untuk memastikan pembentukan senyawa aromatik yang tepat. Namun, jika tujuannya adalah untuk memproduksi bahan baku tepung atau produk yang membutuhkan tekstur halus, waktu yang lebih pendek mungkin lebih ideal.
3. Suhu dan Waktu yang Berimbang: Pengaturan suhu dan waktu yang berimbang adalah kunci untuk menghindari degradasi berlebih yang dapat merusak kualitas organoleptik produk. Suhu lebih tinggi dapat mempercepat proses pengeringan dan pembentukan senyawa aromatik, tetapi harus dikendalikan dengan hati-hati agar tidak mengubah struktur bahan pangan secara drastis. Oleh karena itu, eksperimen dan pengujian diperlukan untuk menemukan keseimbangan antara waktu dan suhu untuk setiap jenis biomassa yang digunakan.
4. Uji Kualitas Produk Akhir: Setelah proses torrefaksi, uji organoleptik dan analisis kimia sangat penting untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Pengujian ini meliputi penilaian rasa, aroma, tekstur, dan kandungan gizi produk akhir. Uji ini akan memberikan wawasan tentang apakah waktu torrefaksi yang digunakan telah menghasilkan produk dengan sifat yang sesuai untuk aplikasi pangan tertentu..

#### **D. DAMPAK WAKTU TORREFAKSI YANG TEPAT PADA KUALITAS PRODUK PANGAN**

Dengan mengatur waktu torrefaksi secara tepat, produk yang dihasilkan dapat memiliki kualitas yang lebih stabil, lebih tahan lama, dan lebih lezat. Misalnya, dalam pengasapan daging Se'i menggunakan biobriket biomassa, waktu torrefaksi yang tepat akan menghasilkan produk dengan rasa asap yang kaya dan tekstur yang optimal, tanpa merusak kelembutan daging atau menambah rasa pahit yang tidak diinginkan.

Selain itu, waktu torrefaksi yang optimal dapat menghasilkan produk dengan kandungan energi yang lebih tinggi, yang berguna dalam aplikasi yang membutuhkan bahan bakar atau dalam produk pangan yang diinginkan memiliki nilai gizi lebih tinggi. Pengaturan waktu yang ideal juga dapat mengurangi pembentukan senyawa yang dapat mempengaruhi rasa dan aroma produk akhir.

Waktu torrefaksi adalah faktor kunci yang memengaruhi kualitas produk biomassa, terutama dalam aplikasi pangan. Semakin lama waktu torrefaksi, semakin banyak kandungan air yang terbuang, meningkatkan densitas energi dan nilai kalor produk. Namun, waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan perubahan tekstur yang merugikan dan pembentukan senyawa yang mengurangi kualitas organoleptik produk pangan. Oleh karena itu, pengaturan waktu yang tepat sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara pengurangan kandungan air, peningkatan energi, dan pemeliharaan kualitas rasa, aroma, dan tekstur produk pangan yang diinginkan. Penelitian lebih lanjut dan pengujian praktis diperlukan untuk mengoptimalkan proses ini sesuai dengan jenis biomassa dan tujuan pengolahan yang diinginkan.

## **E. KOMBINASI SUHU DAN WAKTU YANG OPTIMAL UNTUK TORREFAKSI BIOMASSA PANGAN**

Proses torrefaksi biomassa pangan melibatkan pemanasan pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas oksigen, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas bahan baku dengan mengurangi kadar air, meningkatkan kepadatan energi, dan memperbaiki sifat organoleptik. Kombinasi suhu dan waktu dalam proses torrefaksi sangat penting karena mempengaruhi berbagai aspek kualitas produk akhir, termasuk rasa, tekstur, kandungan gizi, dan daya simpan bahan pangan.

### **Variasi Kombinasi Suhu dan Waktu Berdasarkan Jenis Biomassa Pangan**

Setiap jenis biomassa memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal komposisi kimia, kandungan air, dan struktur fisik. Oleh karena itu, kombinasi suhu dan waktu yang optimal untuk torrefaksi tidak bersifat universal dan harus disesuaikan dengan jenis bahan baku yang digunakan. Misalnya, daun, batang, atau kulit buah mungkin memerlukan kondisi torrefaksi yang berbeda untuk mencapai hasil terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abineno, J. C., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., & Bunga, E. H. (2024). Characterization and performance analysis of Kesambi branch biomass briquettes: A study on particle size effects. *Journal of Ecological Engineering*, 26(1), 213–222. <https://doi.org/10.12911/22998993/195643>
- Basu, P. (2013). Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory. *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*, 1–530. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07564-6>
- Bunga, F. J. H., Dethan, J. J. S., Bullu, N. I., Hetharia, G. E., & Bunga, E. Z. H. (2024). Comparative analysis of predictive models for Tamarindus indica waste briquettes higher heating value. *Journal of Ecological Engineering*, 26(1), 345–354. <https://doi.org/10.12911/22998993/195883>
- Dethan, J. J. S. (2024a). Evaluation of an empirical model for predicting the calorific value of biomass briquettes from candlenut shells and kesambi twigs. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 7(3), 253–264. <https://doi.org/10.21776/UB.AFSSAAE.2024.007.03.6>
- Dethan, J. J. S. (2024b). KEWIRAUSAHAAN DAN BISNIS PERTANIAN. *Penerbit Tahta Media*. <https://tahtamedia.co.id/index.php/issj/article/view/1155>
- Dethan, J. J. S. (2024c). Predicting a Higher Heating Value for Torrefied Kesambi Leaf Biobriquettes through Ultimate Analysis. *International Journal of Current Science Research and Review*, 07(04). <https://doi.org/10.47191/IJCSRR/V7-14-14>
- Dethan, J. J. S. (2024d). Statistical models for predicting the higher heating value of torrefied kesambi leaves. *Journal of Water and Land Development*, 86–90. <https://doi.org/10.24425/jwld.2024.151793>

- Dethan J. J. S., Bale-Therik J. F., Telupere F. M. S., & Lalel H. J. D. (2023). The Effect of Smoking Duration Use of Kesambi Leaf Biobriquette-Processed Torrefaction on Cooking Shrinkage and Characteristics Organoleptic Sei's Meat. *East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences*, 6(08), 150–156. <https://doi.org/10.36349/easjals.2023.v06i08.001>
- Dethan, J. J. S., Haba Bunga, F. J., Ledo, M. E. S., & Abineno, J. C. (2024). Characteristics of Residence Time of the Torrefaction Process on the Results of Pruning Kesambi Trees. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 13(1), 102. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i1.102-113>
- Dethan J.J.S., Adisasmito, S., Bale-Therik, J. F., Telupere, F. S., & Lalel, H. J. D. (2024). Characteristics of kesambi leaf torrefaction biomass. *AIP Conference Proceedings*, 050016. <https://doi.org/10.1063/5.0193717>
- Dethan JJS, Bale-Therik, J. F., Lalel, H. J. D., & Telupere, F. M. S. (2024). Optimisation of Particle Size of Torrefied Kesambi Leaf and Binder Ratio on the Quality of Biobriquettes. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 12(1). <https://doi.org/10.13044/J.SDEWES.D12.0490>
- Huda, M. S., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., Koehuan, J. E., Kette, A. U. S., Lano, M., Makaborang, M., & Abineno, J. C. (2024). STUDI PENGGUNAAN RANTING KESAMBI SEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET: PENGARUH JENIS PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN EFISIENSI PEMBAKARAN. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 7(1), 163–172. <https://ejurnal.politanikoe.ac.id/index.php/psnp/article/view/389>
- Kette, A. U. S., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., Banfatin, N., & Purwadi, R. (2024). Adding adhesive on making of waste bricket of eucalyptus oil refining. *THE 7TH BIOMEDICAL ENGINEERING'S RECENT PROGRESS IN BIOMATERIALS, DRUGS DEVELOPMENT, AND MEDICAL DEVICES: The 15th Asian Congress on Biotechnology in Conjunction with the 7th International Symposium on Biomedical*

*Engineering* (ACB-ISBE 2022), 3080.  
<https://doi.org/10.1063/5.0195318>

Makaborang, M., Kabeko, S. S., Dethan, J. J. S., & Lano, M. L. (2020). Biomass gasification of candlenut shell and coconut coir with the updraft gasifier method being alternative fuel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 823(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012017>

Umbu, A., Kette, S., Dethan, J. J. S., & Tonfanus, R. J. (2022). *PENGOLAHAN BRIKET ARANG KELAPA MENGGUNAKAN TEPUNG TAPIOKA DARI UBI KAYU*.

## PROFIL PENULIS



**Dr. Ir. Jemmy Jonson Sula Dethan, MP,** lahir di Kupang pada tanggal 7 Januari 1968. Ketertarikan beliau terhadap bidang keteknikan pertanian mulai tumbuh sejak masa perkuliahan ketika menempuh pendidikan Sarjana (S1) pada Program Studi Mekanisasi Pertanian di Universitas Kristen Artha Wacana. Kemudian melanjutkan pendidikan Magister (S2) dalam bidang Teknik Pertanian di Universitas Gadjah Mada pada tahun 1994. Pendidikan doktoral (S3) diselesaikan di Universitas Nusa Cendana pada bulan

Desember 2023. Saat ini menjabat sebagai Kepala UPT Pusat Layanan Teknologi Informasi dan aktif sebagai dosen pengampu mata kuliah di bidang keteknikan pertanian. Selain menjalankan tugas akademik, beliau juga aktif dalam berbagai kegiatan ilmiah dan organisasi profesi, khususnya dalam Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA).

Dalam bidang penelitian dan publikasi ilmiah, secara konsisten menulis artikel pada jurnal nasional dan internasional, serta menyusun buku ajar, book chapter, dan buku referensi. Fokus keilmuan meliputi mekanisasi pertanian, konversi energi biomassa, teknologi pengolahan berbasis sumber daya lokal, serta pengembangan sistem pertanian berkelanjutan.

Identitas akademik penulis dapat diakses melalui:

Google Scholar ID : rQyJrpsAAAAJ

Scopus ID : 57217129230

Web of Science Researcher ID : GPS-5328-2022

Garuda ID : 5760158

SINTA ID : 6663140

ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-6815-7341>

Email: [jemmydethan19@gmail.com](mailto:jemmydethan19@gmail.com)  
[johnson@ukaw.ac.id](mailto:johnson@ukaw.ac.id)

# TEKNOLOGI PANGAN BERBASIS BIOMASSA:

INOVASI DALAM ENERGI,  
PENGOLAHAN,  
DAN KEBERLANJUTAN



Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pangan menuntut adanya inovasi yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan kualitas produk, tetapi juga pada aspek keberlanjutan dan efisiensi energi. Buku Teknologi Pangan Berbasis Biomassa: Inovasi dalam Energi, Pengolahan, dan Keberlanjutan ini hadir sebagai kontribusi akademik yang mengintegrasikan konsep biomassa, teknologi termal seperti torrefaksi, serta pemanfaatannya dalam proses pengolahan pangan dan pengembangan energi alternatif.

Buku ini menyajikan pembahasan yang komprehensif mengenai peran biomassa dalam industri pangan, pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi terbarukan, hingga aplikasi praktis dalam pengolahan pangan tradisional maupun modern. Penekanan pada pendekatan ilmiah, studi eksperimental, serta analisis optimasi proses menjadikan buku ini relevan tidak hanya bagi mahasiswa, tetapi juga bagi peneliti, praktisi industri, dan pengambil kebijakan.

Keunggulan buku ini terletak pada keberhasilannya menghubungkan aspek energi terbarukan dengan teknologi pangan secara terpadu. Integrasi antara efisiensi energi, peningkatan kualitas organoleptik, serta keberlanjutan lingkungan memberikan perspektif baru dalam pengembangan sistem pangan yang lebih adaptif terhadap tantangan global.



IKAPI  
IKATAN PENERBIT INDONESIA

CV. Tahta Media Group  
Surakarta, Jawa Tengah  
Web : [www.tahtamedia.com](http://www.tahtamedia.com)  
Ig : tahtamedia group  
Telp/WA : +62 896-5427-3996

