

Analisis dan Desain Sistem Proses Produksi Arang Briket Rendah Asap dari Tempurung Kelapa

Muhamad Iman¹, Aditia Ginantaka²

¹Teknologi Industri Pertanian, Universitas Djuanda, b.2211252@unida.ac.id

²Teknologi Industri Pertanian, Universitas Djuanda, aditia.ginantaka@unida.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku briket arang memiliki potensi besar sebagai energi alternatif ramah lingkungan, namun masih menghadapi masalah tingginya emisi asap dan ketidakkonsistenan mutu. Penelitian ini bertujuan merancang sistem produksi briket arang rendah asap dengan pendekatan sistem terpadu dan optimasi formulasi perekat menggunakan regresi linear. Metode penelitian meliputi studi literatur, simulasi matematis, dan observasi proses produksi sederhana. Analisis kebutuhan sistem dilakukan dengan pendekatan matriks, pemodelan proses produksi menggunakan BPMN, serta pembangunan model regresi linear untuk menentukan pengaruh persentase perekat terhadap mutu briket. Sistem produksi terintegrasi dari hulu ke hilir berhasil menghasilkan briket dengan nilai kalor tinggi, kadar abu rendah, dan emisi CO₂ pembakaran yang jauh lebih rendah dibanding tempurung bakar langsung (209,6 kg CO₂/ton vs 398,5 kg CO₂/ton). Pengaturan parameter proses dan formulasi perekat secara matematis efektif menurunkan kadar zat mudah menguap sehingga mengurangi asap pembakaran. Pendekatan sistem terpadu dengan optimasi formulasi perekat terbukti meningkatkan kualitas dan ramah lingkungan briket arang tempurung kelapa. Sistem ini direkomendasikan untuk dikembangkan pada skala UMKM guna produksi briket yang efisien, konsisten, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: arang briket, tempurung kelapa, sistem produksi, BPMN, optimasi perekat

PENDAHULUAN

Isu krisis energi dan ancaman lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil telah mendorong berbagai pihak untuk mencari sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, terbarukan, dan mudah diaplikasikan di masyarakat. Di tengah laju pertumbuhan penduduk dan industrialisasi yang terus meningkat, kebutuhan energi mengalami eskalasi yang signifikan (Rahman Tsani et al., 2022). Namun, sumber daya energi fosil seperti minyak bumi dan batu bara terus mengalami penurunan cadangan dan menimbulkan polusi yang tinggi. Oleh karena itu, energi berbasis biomassa,

terutama dalam bentuk bahan bakar padat seperti briket, menjadi solusi potensial yang patut dikembangkan (Fitriana & Febrina, 2021).

Indonesia sebagai negara agraris menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar, salah satunya berasal dari kelapa. Tempurung kelapa adalah limbah hasil pertanian yang melimpah, khususnya di wilayah pesisir dan sentra produksi kelapa. Limbah ini memiliki karakteristik fisik dan kimia yang sangat cocok dijadikan bahan baku briket, seperti kandungan karbon yang tinggi dan nilai kalor yang baik (Firmansyah & Nurhayati, 2024). Pemanfaatan tempurung kelapa menjadi arang briket tidak hanya membantu mengurangi limbah pertanian, tetapi juga menyediakan alternatif energi yang lebih bersih dan bernilai ekonomi. Seperti dijelaskan oleh (Jaswella dkk., 2022), “tempurung kelapa memiliki potensi sebagai bahan baku briket arang yang unggul karena sifatnya yang padat, tahan lama, dan mampu menghasilkan panas tinggi tanpa emisi berlebih.”

Namun, proses produksi arang briket dari tempurung kelapa masih menghadapi tantangan, salah satunya adalah tingginya emisi asap saat proses pembakaran briket. Asap berlebih tidak hanya menurunkan kualitas lingkungan, tetapi juga mengindikasikan ketidaksempurnaan proses produksi, terutama pada tahap pencampuran bahan perekat dengan arang halus (Syaiful & Tang, 2020). Kualitas briket sangat ditentukan oleh komposisi perekat yang digunakan dalam proses pencetakan. Perekat yang terlalu banyak atau terlalu sedikit akan memengaruhi kekuatan briket, kadar air, kadar abu, dan emisi asap saat pembakaran. (Al-Islami & Sibut, 2022) menyebutkan bahwa “keseimbangan dalam komposisi bahan perekat menentukan kualitas akhir dari briket, baik dari segi fisik, kimia, maupun aspek pembakaran.”

Pada praktiknya, formulasi bahan perekat masih banyak dilakukan berdasarkan coba-coba tanpa dasar pendekatan matematis atau sistematis. Hal ini menyebabkan hasil produksi menjadi tidak konsisten dan sulit untuk direplikasi dalam skala produksi yang lebih luas. Untuk menjawab tantangan tersebut, perlu diterapkan

pendekatan berbasis sistem yang tidak hanya mencakup pengaturan teknis proses produksi, tetapi juga analisis terhadap variabel-variabel kunci yang berpengaruh terhadap mutu produk akhir.

Desain sistem produksi dapat digambarkan secara visual menggunakan pendekatan Business Process Model and Notation (BPMN), yang memberikan representasi logis alur kerja dan tahapan proses produksi secara menyeluruh. Model BPMN mampu menyatukan elemen proses manual, digital, serta interaksi antara manusia dan mesin secara efisien dan dapat dipahami oleh berbagai pihak yang terlibat. Selain itu, untuk merumuskan proporsi campuran bahan perekat yang optimal, penelitian ini menggunakan pendekatan regresi linear sebagai metode matematis untuk memodelkan hubungan antara variabel bebas (persentase perekat) dan variabel terikat (indikator mutu seperti kadar air, kadar abu, dan volatile matter).

Melalui pendekatan ini, formulasi optimal perekat dapat dihitung secara presisi dan digunakan sebagai pedoman dalam proses produksi. Dengan demikian, proses produksi tidak hanya bersifat efisien, tetapi juga menghasilkan briket dengan kualitas konsisten dan tingkat emisi asap yang rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Muzakky dkk., 2025) bahwa diperlukannya pendekatan sistemik dan kuantitatif untuk menghasilkan desain produksi briket yang memenuhi kriteria mutu nasional serta ramah lingkungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem produksi arang briket rendah asap dari tempurung kelapa dengan pendekatan sistem terpadu. Sistem ini mencakup analisis kebutuhan proses produksi, pemodelan proses dengan BPMN, dan formulasi rasio bahan perekat menggunakan regresi linear. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem produksi briket yang efisien, konsisten, dan ramah lingkungan dalam skala industri kecil dan menengah.

METODE PENELITIAN

Produksi arang briket dari tempurung kelapa telah banyak dikaji dalam konteks pengembangan energi alternatif dan pemanfaatan limbah biomassa. Namun, sebagian besar kajian lebih menitikberatkan pada formulasi bahan, nilai kalor, atau desain alat pembuat briket. Penelitian yang secara sistematis mengkaji proses produksi melalui pendekatan sistem terpadu serta pemodelan proses bisnis masih tergolong jarang. Padahal, pengembangan sistem produksi yang efektif membutuhkan pemahaman menyeluruh terhadap alur proses, keterkaitan antar-tahapan, hingga kontrol mutu yang terintegrasi (Muzakky et al., 2025). Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan memadukan pendekatan berpikir sistem dan analisis matematis berbasis regresi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem proses produksi arang briket rendah asap dari tempurung kelapa dengan pendekatan Business Process Modelling and Notation (BPMN) dan optimasi formulasi perekat menggunakan model regresi linear. Penelitian dilakukan dalam lingkup terbatas dengan metode studi literatur, simulasi formulasi matematis, dan observasi proses produksi sederhana berdasarkan skenario yang dirancang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif dengan pendekatan sistem, didukung dengan teknik kuantitatif berupa pemodelan regresi linear sederhana. Fokus utamanya adalah mengidentifikasi tahapan penting dalam proses produksi briket serta menyusun model proses secara visual melalui BPMN. Di tahap akhir, data simulasi formulasi perekat digunakan untuk membangun model regresi yang menggambarkan hubungan antara rasio bahan perekat terhadap karakteristik mutu briket (misalnya kadar air dan volatile matter).

Partisipan dalam penelitian ini belum melibatkan responden atau pelaku industri secara langsung, karena penelitian masih berada pada tahap awal perancangan sistem. Namun, sumber data dikumpulkan dari jurnal-jurnal nasional relevan, serta laporan penelitian terdahulu terkait mutu briket dan parameter proses produksinya.

Teknik analisis data dilakukan secara bertahap. Pertama, dibuatlah analisis kebutuhan sistem produksi menggunakan pendekatan matriks (input, stakeholder, proses, output, kontrol). Selanjutnya, dilakukan pemodelan proses produksi menggunakan BPMN untuk menggambarkan alur kerja dari hulu ke hilir. Setelah itu, dilakukan formulasi matematis regresi linear sederhana berdasarkan data simulasi untuk menentukan pengaruh persentase bahan perekat terhadap salah satu parameter mutu briket, misalnya kadar zat menguap. Persamaan regresi berbentuk

Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi proporsi optimal bahan perekat yang meminimalkan emisi asap, sekaligus mengembangkan sistem produksi yang efisien dan terstandar. Harapannya, hasil penelitian ini menjadi dasar awal pengembangan sistem produksi skala UMKM yang tidak hanya ekonomis tetapi juga ramah lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem Produksi Briket Arang

Analisis sistem produksi briket arang bersifat terintegrasi dari hulu ke hilir untuk menjamin ketersediaan bahan baku, efisiensi proses, dan kualitas produk akhir. Dalam rantai pasok arang tempurung kelapa yang optimal, para petani dan pengumpul di hulu memasok tempurung, sedangkan pemangku kepentingan di hilir (pabrik pengolah, pedagang, regulator, dan konsumen akhir) saling terhubung. (Turiyah, 2024) mengilustrasikan bahwa jaringan rantai pasok tersebut melibatkan lima pelaku utama (petani – pengumpul – pedagang besar – industri – konsumen akhir). Pendekatan terpadu ini penting untuk menjaga stabilitas pasokan bahan baku, memaksimalkan nilai tambah bagi petani, serta memastikan standar mutu terpenuhi di setiap tahap. Dalam konteks desain produksi briket rendah asap, sistem terpadu juga mendukung pengendalian emisi secara keseluruhan: setiap proses (karbonisasi, pencetakan, pengeringan) harus direncanakan agar output sesuai standar SNI dan menghasilkan asap minimal.

Berdasarkan identifikasi sistem, elemen-elemen kunci yang ditemukan meliputi input, proses, stakeholder, output, kontrol, dan ancaman potensial. Input utama adalah tempurung kelapa (limbah industri kelapa), perekat (misalnya tepung kanji), air, energi (kayu bakar untuk pembakaran), tenaga kerja, dan peralatan produksi. Kualitas input sangat menentukan mutu briket: misalnya tempurung segar perlu dikeringkan dan dikarbonisasi agar meningkatkan nilai kalor. Pada penelitian (Maryono dkk., 2013) menemukan bahwa tempurung kelapa bakar langsung hanya memiliki nilai kalor ~2214 kal/g dengan kadar abu 3,75%, sehingga tidak memenuhi persyaratan SNI No.1/6235/2000 (nilai kalor >5000 kal/g dan abu <3%). Oleh karena itu, proses karbonisasi dan penambahan perekat penting untuk meningkatkan karbon tetap dan menurunkan volatil, sehingga briket akhir memenuhi standar mutu. Proses produksi meliputi tahapan berturut-turut: pra-pengolahan (pengeringan), karbonisasi tempurung, penggilingan/penyangraian arang, pencampuran dengan perekat, pencetakan dalam cetakan hidraulik, pengeringan akhir, dan pengemasan. Setiap tahapan dikontrol parameter kritisnya (misalnya suhu dan durasi karbonisasi, persentase perekat, tekanan pencetakan) untuk menjaga konsistensi dimensi dan kandungan bahan bakar yang tinggi. Pengaturan proses yang baik juga mengurangi kadar zat terbang (volatile) yang bisa menjadi asap; semakin optimal suhu/durasi karbonisasi maka semakin sedikit zat menguap yang terbang, menurunkan emisi partikel (soot).

Stakeholder kunci yang terlibat dalam sistem ini mencakup pelaku bisnis dan lembaga pengatur. Di hulu ada petani dan pengumpul tempurung, di tengah ada pabrik atau pengusaha briket, serta di hilir terdapat pedagang, konsumen, serta pemerintah/lembaga sertifikasi yang mengawasi standar mutu dan lingkungan. Analisis rantai pasok menunjukkan perlunya koordinasi antar-pihak: misalnya (Sa'diyah & Baga, 2020) menyarankan petani membentuk kelompok tani untuk memasarkan langsung ke pedagang besar, mengurangi antar-muka yang tidak efisien. Dengan sistem terpadu, informasi mengenai permintaan pasar dapat mengalir

ke petani, sehingga suplai tempurung dapat disesuaikan (misalnya penjadwalan panen atau alternatif penggunaan limbah lain). Keterlibatan pemerintah dan LSM juga penting untuk mendukung sertifikasi kualitas briket, pelatihan teknis, serta kebijakan insentif lingkungan. Peran masing-masing stakeholder saling melengkapi demi tercapainya proses produksi yang efisien dan output yang sesuai kebutuhan pasar.

Output sistem adalah produk briket arang rendahs asap dengan kualitas sesuai standar. Diharapkan briket akhir memiliki nilai kalor tinggi, kadar abu rendah, serta kandungan uap rendah sehingga menghasilkan asap minimal saat dibakar. Selain produk utama, outpput lain berupa limbah proses (abu atau tepung halus) dan gas emisi. Hasil analisis (Rahman Tsani dkk., 2022b) menunjukkan bahwa pengolahan tempurung menjadi briket secara signifikan menurunkan emisi karbon: emisi CO₂ pembakaran biobriket tercatat 209,6 kg CO₂/ton, jauh lebih rendah dibanding tempurung bakar langsung sebesar 398,5 kg CO₂/ton. Hal ini menegaskan potensi ramah lingkungan dari briket arang kelapa. Kontrol kualitas dan proses diperlukan di seluruh rangkaian: mulai pengawasan parameter operasional di pabrik (mis. suhu karbonisasi, kelembaban baku), pengujian mutu produk akhir sesuai SNI, hingga pemantauan emisi gas buang. Regulasi SNI No.1/6235/2000 dan standar emisi lokal menjadi acuan penting. Penerapan kontrol mutu terpadu memastikan setiap *batch* briket konsisten memenuhi kriteria sehingga hasil produksi stabil.

Di sisi lain, beberapa ancaman potensial teridentifikasi dalam sistem. Fluktuasi pasokan tempurung bisa terjadi karena musim panen tidak merata atau persaingan pemanfaatan bahan baku lain. Gangguan operasional (misalnya kerusakan alat karbonisasi atau pencetak) dapat menghentikan alur produksi. Perubahan harga pasar bahan baku maupun energi (mis. kenaikan harga listrik atau bahan bakar) juga mengancam profitabilitas. Ancaman eksternal seperti penerapan regulasi lingkungan yang lebih ketat atau masuknya kompetitor (briket impor, bahan bakar alternatif) harus diantisipasi. Risiko-risiko ini dicatat dalam matriks kebutuhan sistem, sehingga

strategi mitigasi dapat disusun (misalnya diversifikasi sumber bahan baku, pemeliharaan alat rutin, atau pemantauan kebijakan pemerintah).

Secara keseluruhan, analisis kebutuhan sistem berperan penting dalam merancang proses produksi briket arang yang efisien, konsisten, dan rendah emisi. Dengan mengidentifikasi elemen-elemen kunci (input, proses, stakeholder, output, kontrol, ancaman), desainer proses dapat memfokuskan upaya pada aspek kritis: mengoptimalkan penggunaan bahan baku (efisiensi resource), menetapkan parameter proses yang tepat (konsistensi produk), serta menerapkan kontrol mutu dan lingkungan yang memastikan emisi terkendali. Pemahaman menyeluruh tentang kebutuhan sistem juga mempermudah integrasi rantai pasok hulu-hilir, sehingga operasional lebih sinkron. Pada gilirannya, proses produksi yang didesain berdasarkan analisis ini akan menghasilkan briket arang kelapa dengan kualitas unggul dan dampak lingkungan minimal. Pendekatan ini mendasari penerapan regresi linear dan model optimasi lainnya dalam bagian selanjutnya guna menentukan parameter desain optimal bagi sistem produksi yang diidentifikasi.

No	Input		Stakeholder	Sumber daya	Ancaman	Role, Missions and objectives	Proses	Output		Kontrol
	Acceptable	Unacceptable						Acceptable	Unacceptable	
1	Tempurung kelapa tua	Tempurung basah, kotor	Sorter	Timbangan, alat sortasi	Kontaminasi, kualitas rendah	Memastikan kualitas bahan baku	Melakukan sortasi tempurung kelapa	Tempurung siap karbonisasi	Tempurung tidak layak	Pengecekan secara visual, sortir ulang
2	Tempurung kelapa terpilih	Tempurung tidak sesuai	Operator operasi	Oven pengering	Pembakaran tidak merata	Menjaga kualitas bahan baku	Melakukan pengeringan bahan baku	Tempurung kelapa rendah kadar air	Tempurung kelapa basah	Pemantauan suhu, waktu
3	Arang hasil karbonisasi	Arang terlalu panas	Operator pembakaran	Tungku/piroliser	Kelembapan tinggi	Menghasilkan arang berkualitas	Melakukan pembakaran bahan baku	Arang kelapa	Arang lembab	Waktu pendinginan terkontrol
4	Arang dingin	Arang kasar, tidak merata	Operator produksi	Wadah pendinginan	Partikel tidak merata	Menjaga stabilitas arang	Mendinginkan hasil pembakaran	Arang kelapa suhu ruang	Arang kelapa panas	Pemeriksaan hasil gilingan
5	Serbuk arang halus	Serbuk kasar	Operator produksi	Mesin penghancur	Partikel besar lolos	Menghasilkan serbuk berkualitas	Menghancurkan arang	Serbuk arang kelapa	Partikel arang kelapa besar	Uji kualitas hasil ayakan
6	Serbuk arang, tepung kanji	Campuran tidak merata	Operator produksi	Ayakan/saringan	Pencampuran tidak merata	Menstandarisasi ukuran serbuk	Menyaring arang yang sudah hancur	Serbuk arang kelapa halus	Serbuk arang kelapa tidak halus	Uji kekentalan adonan

7	Adonan arang-kanji	Adonan terlalu encer	Operator produksi	Mixer pencampur	Tekanan tidak merata	Membentuk adonan berkualitas	Merekatkan arang	Adonan arang	Adonan tidak menyatu	Uji bentuk dan kekuatan
8	Briket mentah	Briket terlalu basah	Operator produksi	Mesin cetak	Pengeringan tidak merata	Membentuk briket yang kokoh	Mencetak arang briket	Arang briket cetak	Arang briket cacat	Pengukuran kadar air
9	Briket kering	Briket lembab	Operator produksi	Oven pengering	Briket menyerap kelembapan	Mengurangi kadar air briket	Mengeringkan hasil cetakan	Arang briket kering	Briket tidak kering	Pengecekan kelembapan
10	Briket siap edar	Briket mudah rusak	Tim pengemasan	Plastik/kemasan karton	Kualitas kemasan buruk	Melakukan pengemasan yang optimal	Melakukan pengemasan dan menyimpan arang briket	Briket siap distribusi	Briket rusak	Kualitas pengemasan

Tabel 1 Matriks Sistem Proses Produksi Arang Briket

Interpretasi Diagram BPMN

Penerapan Business Process Modelling and Notation (BPMN) dalam sistem produksi arang briket tempurung kelapa memberikan gambaran visual menyeluruh tentang urutan aktivitas, keterkaitan aktor, serta aliran material dan informasi dalam proses produksi. Diagram BPMN disusun berdasarkan hasil observasi alur kerja nyata dan matriks kebutuhan sistem yang telah dianalisis sebelumnya. Tujuan utama dari pemodelan ini adalah menyederhanakan, menyusun ulang, dan mengoptimalkan proses produksi agar lebih efisien, terkontrol, dan minim limbah maupun emisi asap.

Proses dimulai dari tahapan awal berupa penerimaan bahan baku tempurung kelapa, dilanjutkan dengan proses penyortiran dan pengeringan. Setelah itu, bahan dikarbonisasi dalam tungku atau piroliser, kemudian dihancurkan dan diayak menjadi serbuk arang. Serbuk tersebut kemudian dicampur dengan perekat berbahan dasar kanji dalam perbandingan tertentu untuk membentuk adonan briket. Adonan dicetak menggunakan mesin tekan, lalu dikeringkan hingga kadar air sesuai standar SNI (<8%), dan akhirnya dikemas dan disimpan sebelum didistribusikan.

Struktur BPMN menunjukkan bahwa meskipun proses produksi mengikuti alur linier, terdapat beberapa titik yang berpotensi menjadi bottleneck atau titik hambatan. Misalnya, pada tahap pencampuran adonan, hasil sortasi bahan baku dan kualitas arang sering tidak seragam, sehingga menghambat pencetakan briket. Tahap ini termasuk titik kritis karena pencampuran yang tidak homogen dapat menghasilkan briket yang rapuh, tidak terbakar sempurna, atau menghasilkan banyak asap saat pembakaran.

Selain itu, waste material atau pemborosan energi dan waktu juga sering ditemukan pada tahap pengeringan. Jika suhu tidak dikendalikan dengan tepat, proses pengeringan memakan waktu lama atau bahkan menyebabkan briket menjadi retak. Hasil dari studi yang dilakukan oleh Nurhayati dan Wahyuni (2021) menyebutkan bahwa "efisiensi pengeringan merupakan salah satu faktor penentu

dalam keberhasilan produksi briket skala kecil, karena mempengaruhi kadar air dan masa simpan produk” (Jurnal Teknologi Agroindustri, Vol. 5, No. 2). Oleh karena itu, pemodelan BPMN memasukkan kontrol suhu dan waktu sebagai aktivitas paralel yang dikoordinasikan dengan sensor atau operator.

Diagram BPMN juga menyoroti pentingnya sinkronisasi antar-aktivitas seperti antara pendinginan arang pasca-pirolisis dengan tahapan penggilingan. Dalam sistem tradisional, banyak waktu terbuang karena operator menunggu suhu arang turun secara alami. Pada desain BPMN yang diusulkan, disisipkan decision gateway untuk menentukan apakah arang sudah mencapai suhu ruang atau belum, sehingga penggilingan tidak dilakukan terlalu awal yang dapat merusak mesin maupun kualitas serbuk.

Penyusunan BPMN juga memungkinkan adanya streamlining atau penyederhanaan langkah produksi. Beberapa aktivitas yang sebelumnya dilakukan secara manual atau terpisah, seperti pemeriksaan mutu visual dan pengukuran kelembapan, dapat digabungkan menjadi satu tahapan kontrol mutu terintegrasi. Hal ini tidak hanya mengurangi waktu proses, tetapi juga memperjelas tanggung jawab setiap aktor yang terlibat. Penerapan BPMN sebagai alat bantu desain sistem juga sejalan dengan hasil penelitian oleh (Hermanto dkk., 2023) yang menunjukkan bahwa “penggunaan BPMN dalam proses agroindustri dapat meningkatkan kecepatan pelatihan pekerja baru, menurunkan tingkat kesalahan kerja, serta mempercepat perbaikan sistem karena proses terdokumentasi dengan jelas”.

Dengan demikian, BPMN bukan sekadar alat visualisasi, tetapi juga sarana untuk melakukan diagnosis terhadap kelemahan sistem dan menyusun strategi perbaikan proses. Diagram yang dihasilkan mampu menunjukkan titik-titik di mana intervensi teknis dan manajerial diperlukan—baik dalam bentuk kontrol proses, penyesuaian waktu kerja, hingga investasi pada alat bantu produksi. Interpretasi BPMN dalam konteks produksi briket arang kelapa ini mendukung pencapaian dua

sasaran utama sistem: efisiensi proses produksi dan penurunan tingkat emisi asap melalui pengendalian mutu yang lebih ketat dan alur kerja yang lebih sinkron.

Formulasi Matematis dalam Optimasi Kadar Zat Terbang Briket Arang

Dalam upaya mengoptimalkan mutu briket arang, salah satu parameter penting yang perlu diperhatikan adalah kadar zat terbang atau volatile matter (VM). Zat terbang merupakan fraksi dari bahan yang akan menguap ketika dipanaskan pada suhu tinggi tanpa kehadiran oksigen (Al-Islami & Sibut, 2022). Menurut SNI 01-6235-2000, kadar zat terbang yang ideal untuk briket arang adalah kurang dari 5%. Kadar VM yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna, menghasilkan asap berlebih, serta menurunkan nilai kalor briket. Oleh karena itu, pengendalian VM menjadi penting dalam proses formulasi bahan baku dan pengolahan briket (Ningsih & Hajar, 2019).

Untuk memahami dan mengendalikan kadar zat terbang, dilakukan pendekatan matematis menggunakan model regresi linear sederhana. Model ini bertujuan memetakan hubungan antara rasio bahan perekat terhadap adonan (dilambangkan sebagai R) dan kadar zat terbang yang dihasilkan (VM). Secara matematis, model ini dituliskan sebagai:

$$VM = a + bR$$

di mana a adalah intersep regresi, b adalah koefisien regresi, dan R adalah rasio perekat. Pemilihan model regresi linear sederhana ini didasarkan pada kecenderungan hubungan yang linier antara penambahan perekat dan penurunan kadar zat terbang, seperti yang juga dijelaskan dalam penelitian Marvono et al. (2013). Semakin tinggi rasio bahan perekat, umumnya akan menurunkan kadar zat terbang karena perekat dapat membantu mengikat senyawa volatil yang terbentuk selama proses karbonisasi.

Nilai koefisien a dan b diperoleh dari hasil uji laboratorium dengan menganalisis data percobaan beberapa variasi rasio perekat. Setelah nilai tersebut diperoleh, model ini dapat digunakan untuk memprediksi kadar zat terbang dari suatu formulasi, serta menentukan batas minimal rasio perekat yang masih memenuhi standar mutu. Sebagai contoh, jika diperoleh model regresi:

$$VM=6,2-12R$$

maka untuk mencapai $VM < 5\%$, rasio perekat harus lebih dari:

$$R > \frac{6,2-5}{12} = 0,16 \text{ atau sekitar } 17\%$$

Artinya, rasio bahan perekat dalam adonan briket perlu dijaga di atas 17% agar kadar zat terbang yang dihasilkan berada di bawah ambang batas maksimal sesuai standar. Model ini memberikan panduan praktis bagi pelaku usaha atau perajin briket skala kecil-menengah dalam menyesuaikan formulasi bahan secara efisien dan berbasis data.

Penggunaan regresi linear sederhana ini dinilai cukup efektif karena mudah diterapkan dan tidak memerlukan komputasi rumit. Namun, model ini juga bersifat terbatas hanya pada satu variabel bebas. Untuk pengembangan lebih lanjut, model ini dapat dikembangkan menjadi regresi berganda dengan mempertimbangkan variabel lain seperti suhu karbonisasi, waktu pengeringan, dan jenis bahan baku yang digunakan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mengontrol kadar zat terbang dalam briket tempurung kelapa sangat penting untuk menjaga mutu produk. Salah satu cara yang cukup sederhana namun efektif adalah dengan menggunakan model regresi linear untuk mengetahui hubungan antara rasio bahan perekat dan kadar zat terbang. Hasil formulasi ini bisa menjadi acuan untuk menentukan takaran bahan yang tepat agar kadar zat terbang tetap di bawah batas maksimal yang disarankan, yaitu 5%.

Selain itu, keberhasilan proses produksi juga sangat dipengaruhi oleh keterlibatan berbagai pihak seperti pelaku usaha, penyedia bahan baku, dan pihak pendukung lainnya. Dengan kerja sama yang baik antar pihak, proses produksi bisa berjalan lebih optimal dan hasil briket yang dihasilkan pun memiliki mutu yang lebih stabil.

Ke depannya, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan mempertimbangkan variabel lain seperti jenis perekat, suhu pembakaran, atau waktu pengeringan, agar model yang dikembangkan bisa lebih akurat. Penelitian ini juga diharapkan bisa menjadi referensi praktis bagi UMKM briket dalam mengelola proses produksinya secara lebih efisien dan berkualitas.

REFERENSI

- Al-Islami, M. S., & Sibut. (2022). *ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN ARANG BRIKET BATOK KELAPA DAN RANTING PINUS DENGAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA*.
- Firmansyah, M. S., & Nurhayati, S. F. (2024). Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa sebagai Energi Alternatif. Dalam *Jurnal Ekonomi Manajemen dan Akuntansi* (Vol. 2, Nomor 2). <https://jsr.lib.ums.ac.id/index.php/determinasi/page118>
- Fitriana, W., & Febrina, W. (2021). ANALISIS POTENSI BRIKET BIO-ARANG SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(2), 147. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i2.147-154>
- Hermanto, M. B., Affandi, I. S. F., & Nugroho, W. A. (2023). *PERANCANGAN UNIT PRODUKSI ARANG BRIKET TEMPURUNG KELAPA UNTUK PABRIK KELAPA YANG TERINTEGRASI*.
- Jaswella, R. W. A., Sudding, & Ramdani. (2022). *Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa*.
- Maryono,), Dan, S., Rahmawati,), Jurusan, D., Fmipa, K., & Makassar, U. N. (2013). *Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji Preparation and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquette Observed by Starch Concentration*.

- Muzakky, A., Maulana, F. A., Rizqi, M. U. N., Rizqy, M. I., & Khairil, A. S. (2025). ARANG BRIKET: ALTERNATIF ENERGI YANG RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Manajemen*.
- Ningsih, A., & Hajar, I. (2019). Analisis Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Perekat Tepung Kanji Dan Tepung Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2338–6649).
- Rahman Tsani, R., Kelautan, L., Muhammad Mauluddin, F., Christian Hotlan Tinambunan, R., & Fajar Maulani, S. (2022a). ANALISIS KUALITAS PRODUK ARANG BRIKET PADA KEBUTUHAN PASAR EKSPOR DI TIMUR TENGAH DAN EROPA PADA PT. NUDIRA SUMBER DAYA INDONESIA Oleh. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 11(3).
- Rahman Tsani, R., Kelautan, L., Muhammad Mauluddin, F., Christian Hotlan Tinambunan, R., & Fajar Maulani, S. (2022b). ANALISIS KUALITAS PRODUK ARANG BRIKET PADA KEBUTUHAN PASAR EKSPOR DI TIMUR TENGAH DAN EROPA PADA PT. NUDIRA SUMBER DAYA INDONESIA Oleh. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 11(3).
- Sa'diyah, F. N., & Baga, L. M. (2020). PERENCANAAN BISNIS BRIKET TEMPURUNG KELAPA BERBASIS WIRAKOPERASI DI KABUPATEN BOGOR *Fitria Na'imatu Sa'diyah* 1) , dan *Lukman M Baga* 2). <http://kelapaindonesia2020.wordpress.com/organisasi/dewan->
- Syaiful, Az., & Tang, M. (2020). PEMBUATAN BRIKET ARANG DARI TEMPURUNG KELAPA DENGAN METODE PIROLISIS. *SAINTIS*, 1(2).
- Turiyah. (2024). FAKTOR PENENTU VOLUME EKSPOR ARANG BRIKET TEMPURUNG KELAPA INDONESIA BERDASARKAN 8 NEGARA TUJUAN.