

## Analisis Sistem Pengolahan Biji Kopi Robusta Menjadi Bubuk Kopi Menggunakan Pendekatan Pemodelan Sistem

Choirul Rahman Ferdiansyah<sup>1</sup>, Wilda Mufida Aini<sup>1</sup>, Ma'ruf Pambudi Nurwantara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No. 79, Madiun, 63133

\*Penulis Korespondensi, e-mail: [choirulferdy9@gmail.com](mailto:choirulferdy9@gmail.com)

### Abstract

*Robusta coffee is a strategic plantation commodity for Indonesia, yet the quality of its ground coffee depends heavily on how each processing stage is carried out and controlled. Previous studies have largely examined the physical, chemical, and sensory effects of individual processing steps, while the processing chain has rarely been described as an integrated system. This study aims to analyze the processing of Robusta coffee beans into ground coffee using a systems modeling approach. A qualitative descriptive method was applied by developing a schematic system diagram, a process flowchart, a use case diagram, a business process diagram, and a Business Process Model and Notation (BPMN) model, with the use case and BPMN models validated in PowerDesigner. The results show that the processing system consists of interrelated components: stakeholders, inputs, processes, outputs, resources, controls, and threats. The process runs through sequential stages from sorting, pulping, soaking, draining, drying, and hulling to roasting and grinding, involving seven actors with clearly divided responsibilities. Both the use case and BPMN models passed validation with no errors or warnings. The resulting models provide a comprehensive representation of the processing workflow and can serve as a basis for evaluating, improving, and developing more efficient Robusta coffee processing systems.*

**Keywords:** BPMN; coffee processing; robusta coffee; systems modeling; use case

### Abstrak

Kopi robusta merupakan komoditas perkebunan strategis bagi Indonesia, tetapi mutu bubuk kopi yang dihasilkan sangat bergantung pada cara setiap tahapan pengolahan dilaksanakan dan dikendalikan. Penelitian terdahulu umumnya mengkaji pengaruh tahapan pengolahan tertentu terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori, sementara rangkaian pengolahan secara utuh masih jarang dipandang sebagai satu sistem yang terintegrasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis sistem pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi menggunakan pendekatan pemodelan sistem. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui penyusunan diagram skema sistem, diagram alir proses, *use case diagram*, *business process diagram*, dan *Business Process Model and Notation (BPMN)*, dengan validasi model *use case* dan BPMN menggunakan *PowerDesigner*. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem pengolahan tersusun atas komponen yang saling terhubung, yaitu pemangku kepentingan, masukan, proses, keluaran, sumber daya, kontrol, dan ancaman. Proses berlangsung secara berurutan mulai dari sortasi, pemisahan kulit buah, perendaman, penirisan, pengeringan, dan pengupasan kulit ari hingga penyangraian dan penggilingan, dengan melibatkan tujuh aktor yang memiliki pembagian tanggung jawab yang jelas. Model *use case* dan BPMN dinyatakan valid tanpa kesalahan maupun peringatan. Model yang dihasilkan mampu merepresentasikan alur pengolahan secara menyeluruh sehingga dapat dijadikan dasar untuk evaluasi, perbaikan, dan pengembangan sistem pengolahan kopi robusta yang lebih efisien.

**Kata kunci:** BPMN; kopi robusta; pengolahan kopi; pemodelan sistem; *use case*

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis bagi perekonomian Indonesia karena berperan sebagai sumber pendapatan petani, komoditas ekspor, dan bahan baku industri pengolahan (Badan Pusat Statistik [BPS], 2024). Sebagian besar kopi yang dibudidayakan di Indonesia adalah kopi robusta, yang banyak dipilih petani karena produktivitasnya tinggi, lebih tahan terhadap serangan hama

dan penyakit, serta mampu tumbuh pada beragam kondisi lingkungan (Rosdiana et al., 2022). Nilai ekonomi kopi robusta akan meningkat apabila biji kopi tidak hanya dijual dalam bentuk biji mentah, tetapi diolah lebih lanjut menjadi produk bubuk kopi yang siap dikonsumsi (Utami et al., 2025).

Pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi merupakan rangkaian tahapan yang saling berurutan, mulai dari sortasi, pemisahan kulit buah, perendaman, penirisan, pengeringan, dan pengupasan kulit ari hingga penyangraian dan penggilingan. Setiap tahapan memiliki parameter kritis yang harus dikendalikan karena perubahan fisik dan kimia yang terjadi pada satu tahap akan memengaruhi mutu pada tahap berikutnya (Bastian et al., 2021). Majid et al. (2024) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengolahan menghasilkan karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik yang berbeda pada biji kopi robusta. Temuan serupa juga dilaporkan pada kopi robusta dari berbagai sentra produksi di Indonesia yang menunjukkan bahwa metode pascapanen memengaruhi kandungan biokimia, cacat mutu, dan profil citarasa biji kopi (Analiasari et al., 2022; Wanita et al., 2026; Wulandari et al., 2021). Oleh karena itu, konsistensi mutu bubuk kopi sesuai standar yang berlaku hanya dapat dicapai apabila seluruh tahapan pengolahan dikelola secara terpadu (Badan Standardisasi Nasional [BSN], 2004).

Meskipun penelitian mengenai pengolahan kopi robusta telah banyak dilakukan, sebagian besar kajian berfokus pada pengaruh tahapan tertentu terhadap mutu produk. Kajian yang memandang pengolahan kopi robusta sebagai satu sistem utuh, yang mencakup hubungan antara *stakeholder*, *input*, proses, *output*, *resources*, mekanisme kontrol, dan ancaman, masih terbatas. Pendekatan sistem memungkinkan setiap komponen dianalisis berdasarkan peran dan keterkaitannya sehingga sumber masalah serta peluang perbaikan dapat diidentifikasi secara menyeluruh (Blanchard & Fabrycky, 2011; Dennis et al., 2015). Dalam pendekatan ini, *use case diagram* digunakan untuk menggambarkan interaksi aktor dengan sistem (Booch et al., 2005), sedangkan *Business Process Model and Notation* (BPMN) digunakan untuk memetakan alur aktivitas dan pembagian peran secara terstandar (Dumas et al., 2018; von Rosing et al., 2015). Kedua teknik pemodelan tersebut telah diterapkan pada berbagai sistem di sektor pertanian dan agroindustri (Amalina & Handayati, 2020; Putra et al., 2024; Tananto et al., 2023), tetapi penerapannya untuk memodelkan sistem pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi masih jarang dilaporkan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi dan merinci komponen utama sistem pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi; (2) menjelaskan tahapan pengolahan mulai dari sortasi hingga dihasilkan bubuk kopi; (3) mengidentifikasi aktor, *resources*, mekanisme kontrol, dan ancaman yang memengaruhi keberhasilan sistem; serta (4) menyusun model sistem yang dapat dijadikan dasar rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengolahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan konseptual bagi pelaku usaha pengolahan kopi robusta dalam mengevaluasi dan mengembangkan sistem produksinya.

---

## METODE PENELITIAN

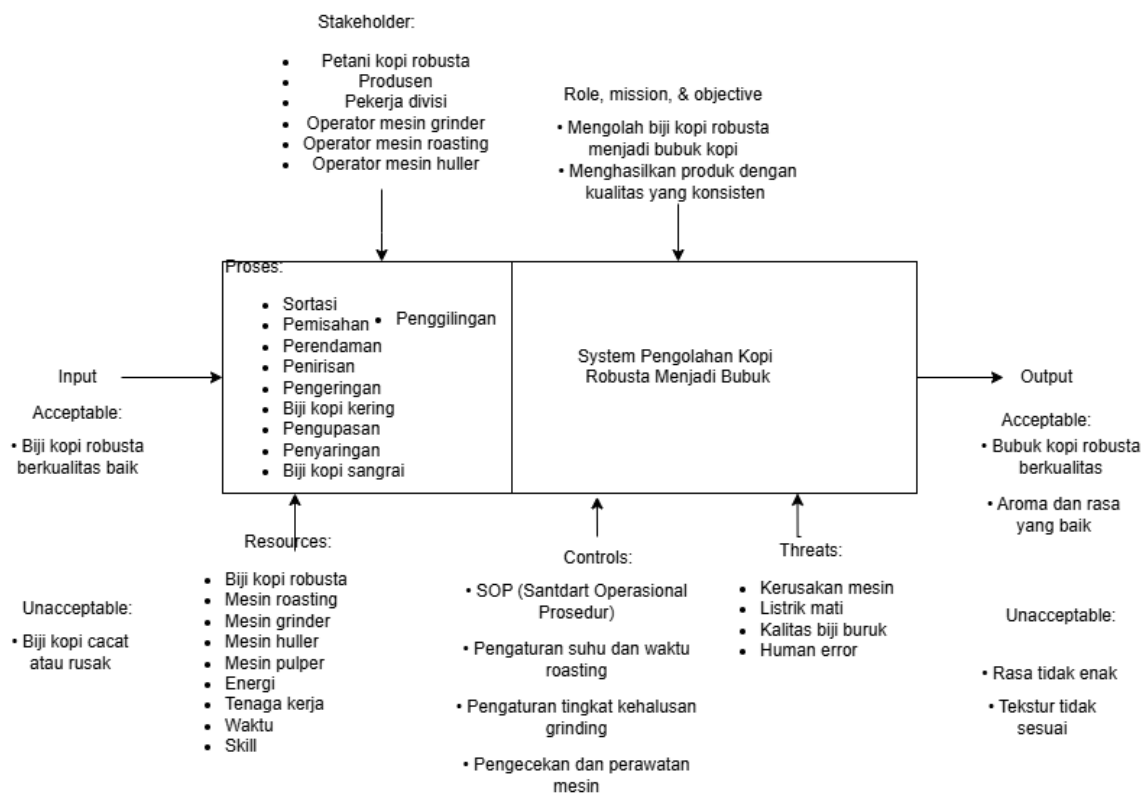
Analisis ini dilakukan dengan metode pemodelan sistem melalui skema yang memperlihatkan komponen utama sistem, yaitu *stakeholder*, *input*, proses, *output*, *resources*, kontrol, dan ancaman. Setiap komponen dianalisis secara deskriptif serta analitis guna menjelaskan peran, fungsi, dan interaksinya dalam sistem pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi. Metode ini diterapkan untuk memberikan gambaran keseluruhan mengenai aliran proses, penggunaan sumber daya (*resources*), mekanisme kontrol, serta unsur-unsur yang memengaruhi keberhasilan sistem (Blanchard & Fabrycky, 2011; Dennis et al., 2015).

Data yang digunakan berasal dari hasil penyusunan diagram skema sistem, diagram alir proses, *use case*, dan BPMN yang telah disusun sebelumnya (Booch et al., 2005; Object Management Group [OMG], 2011). Setelah itu, data tersebut dianalisis dengan pendekatan kualitatif dengan cara mengidentifikasi hubungan antara komponen sistem agar dapat diketahui keuntungan, kekurangan, serta peluang untuk mengembangkan sistem pengolahan biji kopi robusta. Model *use case* dan BPMN selanjutnya divalidasi menggunakan fitur *Check Model* pada perangkat lunak *PowerDesigner* untuk memastikan kesesuaiannya dengan kaidah notasi. Hasil analisis kemudian dijadikan landasan untuk merumuskan rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses pengolahan (Dumas et al., 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Sistem Pengolahan Biji Kopi Robusta

Diagram skema sistem pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi disusun untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai komponen-komponen utama yang membentuk sistem tersebut, sejalan dengan tujuan pertama penelitian, yaitu mengidentifikasi dan merinci komponen utama sistem pengolahan. Berdasarkan kajian terhadap praktik pengolahan kopi robusta (Majid et al., 2024; Utami et al., 2025), diagram skema sistem ini tersusun atas komponen-komponen utama yang saling berkaitan, yaitu *stakeholder*, peran/misi/tujuan, *input* yang diterima dan tidak diterima, *resources*, *controls*, *threats*, serta *output* yang diharapkan dan tidak diharapkan.



Gambar 1 Diagram Skema Sistem Pengolahan Biji Kopi Robusta

*Stakeholder* dalam sistem ini terdiri atas enam pihak, yaitu petani kopi robusta sebagai pemasok bahan baku, produsen sebagai pengelola dan penanggung jawab keseluruhan proses produksi, pekerja divisi sebagai pelaksana teknis pada setiap tahapan pengolahan, serta operator mesin *huller*, *roasting*, dan *grinder* yang masing-masing bertanggung jawab menjalankan mesin pengupasan kulit ari, penyangraian, dan penggilingan sesuai standar yang ditetapkan. Keenam pihak tersebut memiliki peran yang berbeda namun saling mendukung demi keberhasilan sistem.

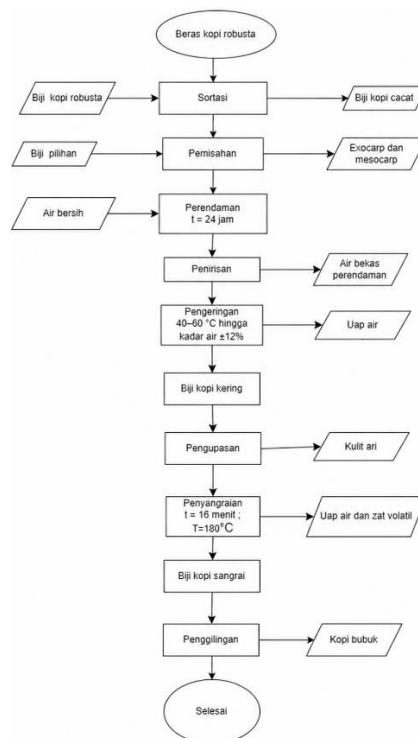
Secara fungsional, sistem ini berperan mengubah biji kopi robusta mentah menjadi bubuk kopi siap konsumsi, dengan misi menghasilkan produk berkualitas konsisten melalui prosedur yang terstandarisasi, serta tujuan akhir menjamin kepuasan konsumen melalui produk yang memenuhi

standar mutu. *Input* yang diterima berupa biji kopi robusta berkualitas baik dengan kadar air dan kebersihan yang memenuhi standar (BSN, 2008), sedangkan *input* yang ditolak adalah biji kopi yang cacat atau tercemar secara fisik (Analianasari et al., 2022). Adapun *resources* yang dibutuhkan meliputi bahan baku, mesin pulper, *huller*, *roasting*, dan *grinder*, energi listrik dan panas, tenaga kerja terampil, waktu produksi yang terencana, serta keahlian teknis operator dalam mengendalikan parameter proses (Ahmad et al., 2023).

Pengendalian sistem dilakukan melalui empat instrumen, yaitu SOP (Standar Operasional Prosedur) tertulis, pengaturan suhu dan waktu *roasting*, pengaturan tingkat kehalusan *grinding*, serta pemeriksaan dan perawatan mesin secara berkala (Baggenstoss et al., 2008; Uman et al., 2016). Ancaman yang dapat mengganggu keberlangsungan sistem meliputi kerusakan mesin, pemadaman listrik, kualitas biji kopi yang buruk akibat kondisi panen atau penyimpanan yang tidak optimal (Bastian et al., 2021), serta *human error* dari operator. Sementara itu, *output* yang diharapkan adalah bubuk kopi robusta berkualitas tinggi dengan aroma dan rasa khas sesuai ekspektasi konsumen, sedangkan *output* yang tidak diharapkan berupa rasa yang kurang enak dan tekstur bubuk yang tidak sesuai spesifikasi akibat pengolahan yang tidak tepat. Keterkaitan antarkomponen tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan sistem pengolahan biji kopi robusta sangat bergantung pada sinergi antara sumber daya manusia, peralatan, dan mekanisme kontrol yang diterapkan secara konsisten di setiap tahapan.

### Diagram Alir Proses

Diagram alir proses menggambarkan urutan tahapan pengolahan biji kopi robusta secara kronologis dan sistematis, mulai dari bahan baku hingga produk akhir, sekaligus menjawab tujuan kedua penelitian, yaitu menjelaskan tahapan pengolahan mulai dari sortasi hingga dihasilkan bubuk kopi. Berdasarkan kajian terhadap praktik pengolahan kopi robusta (Majid et al., 2024; Utami et al., 2025), proses pengolahan tersusun atas delapan tahapan utama dengan beberapa *output* samping pada tiap tahapannya.



Gambar 2 Diagram Alir Proses

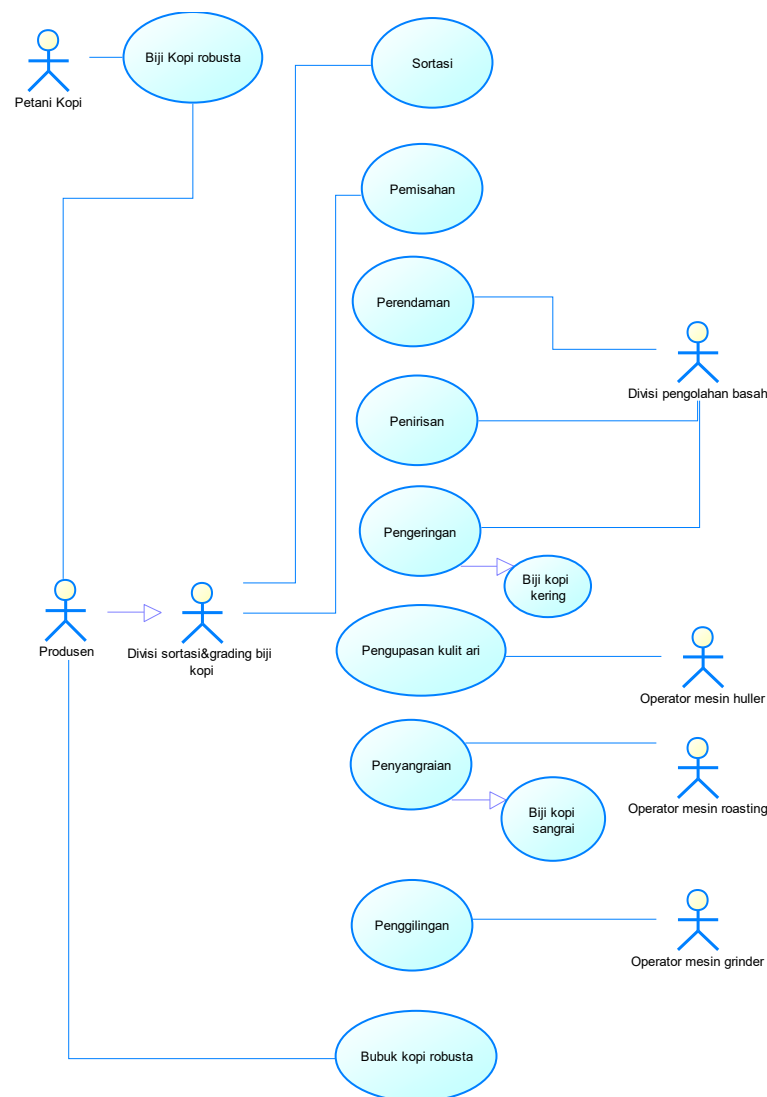
Tahapan diawali dengan sortasi, yaitu pemilahan biji kopi berdasarkan ukuran, warna, dan kondisi fisik untuk memisahkan biji yang memenuhi standar kualitas (BSN, 2008), dengan biji yang tidak lolos seleksi sebagai *output* samping. Tahap berikutnya adalah pemisahan biji kopi dari lapisan *exocarp* dan *mesocarp* menggunakan mesin pulper, yang menghasilkan kulit luar dan lapisan tengah buah sebagai *output* samping. Biji kopi yang telah terpisah dari kulitnya kemudian direndam dalam air bersih selama 24 jam untuk melunakkan dan membersihkan sisa lendir yang masih menempel (Ahmad et al., 2023; Rosdiana et al., 2022).

Setelah perendaman, biji kopi ditiriskan untuk membuang air bekas rendaman, kemudian dikeringkan pada suhu sekitar 40–60°C hingga kadar air mencapai  $\pm 12\%$  (BSN, 2008; Wulandari et al., 2021), dengan uap air sebagai *output* samping. Biji kopi kering selanjutnya dikupas kulit arinya menggunakan mesin *huller* untuk memisahkan endosperm dari kulit tanduk dan kulit ari, menghasilkan kulit ari sebagai *output* samping. Tahap penyangraian dilakukan pada suhu 180°C selama 16 menit dan memicu reaksi *Maillard* yang membentuk senyawa-senyawa pembentuk aroma khas kopi (Schenker et al., 2002; Tarigan et al., 2022), dengan uap air dan zat volatil sebagai *output* samping. Tahap akhir adalah penggilingan menggunakan mesin *grinder* untuk mengubah biji kopi sangrai menjadi bubuk kopi dengan tingkat kehalusan yang dapat disesuaikan (Illy & Viani, 2005; Uman et al., 2016), sehingga dihasilkan bubuk kopi robusta siap kemas sebagai produk akhir.

Parameter proses kritis, terutama suhu dan waktu pengeringan serta penyangraian, terdokumentasikan secara jelas dalam diagram ini sehingga dapat dijadikan acuan teknis bagi operator dalam menjaga konsistensi mutu produk pada setiap tahapan pengolahan (Baggenstoss et al., 2008).

## Use Case Diagram

*Use case* diagram menggambarkan interaksi antara aktor-aktor yang terlibat dengan proses-proses yang terjadi dalam sistem pengolahan biji kopi robusta, sekaligus menjawab tujuan ketiga penelitian, yaitu mengidentifikasi *resources*, mekanisme kontrol, serta pembagian tanggung jawab dalam sistem. *Use case* mendefinisikan apa yang dikerjakan oleh sistem beserta skenario yang merangkum urutan tindakan yang dilakukan aktor terhadap sistem, maupun sebaliknya (Booch et al., 2005; Putra et al., 2024).

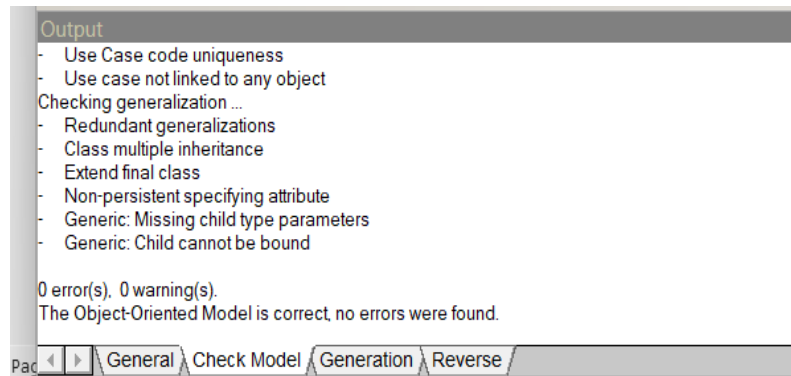


Gambar 3 Use Case Diagram

Terdapat tujuh aktor utama dalam sistem ini, yaitu petani kopi sebagai penyedia bahan mentah, produsen sebagai penanggung jawab keseluruhan proses produksi, divisi sortasi dan grading biji kopi, divisi pengolahan basah, serta operator mesin *huller*, *roasting*, dan *grinder*. Setiap aktor terhubung dengan *use case* yang menjadi lingkup tanggung jawabnya masing-masing dalam sistem.

Relasi antara aktor dan *use case* diawali oleh petani kopi yang memasok biji kopi robusta sebagai bahan baku utama. Divisi sortasi dan grading kemudian melaksanakan proses pemilahan berdasarkan

ukuran dan kualitas, dilanjutkan oleh divisi pengolahan basah yang menangani pemisahan, perendaman, penirisan, dan pengeringan hingga diperoleh biji kopi kering. Biji kopi tersebut selanjutnya diproses oleh operator mesin *huller* melalui pengupasan kulit ari, dilanjutkan oleh operator mesin *roasting* yang melaksanakan penyangraian, dan diakhiri oleh operator mesin *grinder* yang melakukan penggilingan hingga dihasilkan bubuk kopi robusta sebagai produk akhir.



Gambar 4 Validasi Model Use Case

Validasi model *use case* menggunakan perangkat lunak *PowerDesigner* melalui fitur *Check Model* menunjukkan hasil tanpa kesalahan maupun peringatan (0 *error*, 0 *warning*), yang mengindikasikan bahwa seluruh aktor, *use case*, dan *association* telah tersusun secara tepat sesuai kaidah pemodelan (Booch et al., 2005). Dengan demikian, model ini dapat dijadikan acuan yang valid dalam menggambarkan kebutuhan fungsional sistem serta mendukung proses analisis dan pengembangan sistem pengolahan biji kopi robusta secara menyeluruh.

### **Business Process Diagram**

*Business process diagram* dibuat untuk memperlihatkan alur proses dari sistem pengolahan biji kopi robusta hingga menjadi bubuk kopi berdasarkan peran yang dijalankan oleh *stakeholder*. Diagram ini menggambarkan langkah-langkah proses, data yang dipakai, informasi yang dihasilkan, serta interaksi antar *stakeholder* pada setiap tahapan pengolahan. Pembuatan *business process diagram* dilakukan sebagai langkah awal dalam menghasilkan *Business Process Model and Notation* (BPMN) agar semua aktivitas bisnis dapat dikenali secara terstruktur sebelum dimodelkan ke dalam BPMN (Dumas et al., 2018).

Tabel 1 Business Process Diagram

| Stakeholder                | Aktivitas Utama                            | Hasil                                |
|----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| Petani                     | Menyerahkan hasil panen                    | Biji kopi robusta sebagai bahan baku |
| Produsen                   | Menerima dan memeriksa kualitas bahan baku | Bahan baku siap diproses             |
| Divisi Sortasi dan Grading | Sortasi dan pemisahan kulit buah           | Biji kopi sesuai standar kualitas    |
| Divisi Pengolahan Basah    | Perendaman, penirisan, dan pengeringan     | Biji kopi kering                     |

|                                |                      |                    |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|
| Operator Mesin <i>Huller</i>   | Pengupasan kulit ari | <i>Green bean</i>  |
| Operator Mesin <i>Roasting</i> | Penyangraian         | Biji kopi sangrai  |
| Operator Mesin <i>Grinder</i>  | Penggilingan         | Bubuk kopi robusta |

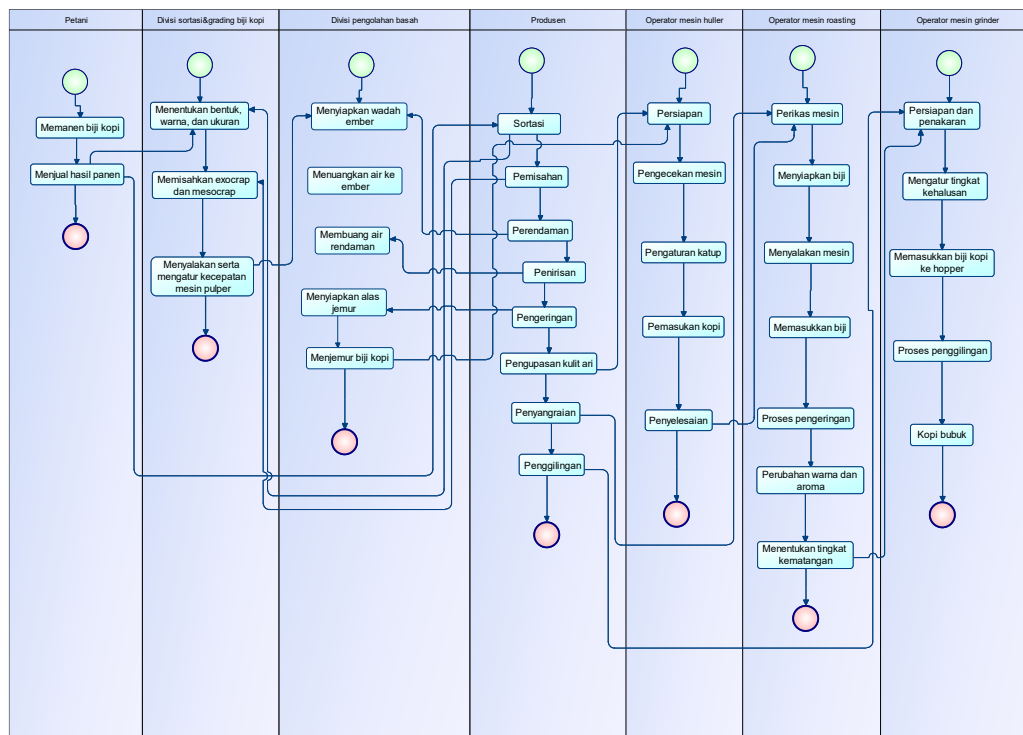
*Business Process Diagram* menjelaskan cara biji kopi robusta diolah menjadi bubuk kopi, berdasarkan tugas dan kegiatan yang dilakukan oleh setiap *stakeholder*. Berdasarkan Tabel 1, proses dimulai dengan petani yang menyerahkan hasil panennya kepada produsen sebagai bahan baku. Setelah itu, produsen menerima dan memeriksa kualitas biji kopi terlebih dahulu sebelum biji tersebut diproses oleh divisi sortasi dan grading melalui kegiatan penyortiran dan pemisahan kulit buah menggunakan mesin pulper.

Langkah berikutnya dilakukan oleh divisi pengolahan basah, yang mencakup perendaman selama 24 jam, penirisan, dan pengeringan biji kopi hingga kadar airnya sesuai dengan kebutuhan proses berikutnya. Setelah itu, operator mesin *huller* melakukan proses mengupas kulit ari, lalu operator mesin *roasting* melakukan penyangraian biji kopi untuk membentuk aroma dan rasa yang khas. Proses diakhiri oleh operator mesin *grinder* yang menggiling biji kopi sangrai menjadi bubuk kopi.

Hasil *Business Process Diagram* menunjukkan bahwa setiap pihak yang terlibat memiliki peran yang berkaitan satu sama lain dalam proses pengolahan biji kopi robusta. Setiap aktivitas menghasilkan keluaran yang menjadi masukan bagi tahap berikutnya sehingga membentuk alur proses yang berkesinambungan. Oleh karena itu, *Business Process Diagram* bisa digunakan sebagai dasar dalam membuat *Business Process Model and Notation* (BPMN) karena mampu menampilkan hubungan antarpihak yang terlibat serta urutan kegiatan secara terstruktur.

### ***Business Process Model and Notation (BPMN)***

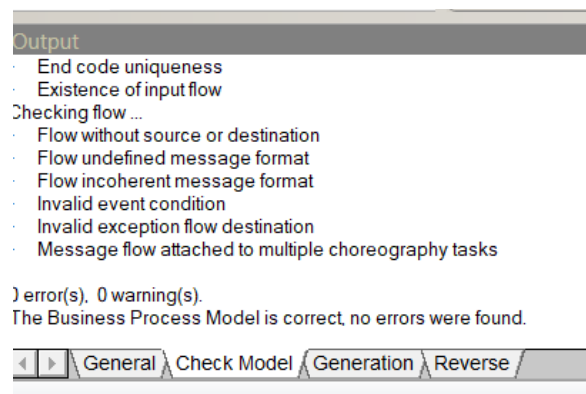
*Business process model and notation* (BPMN) berfungsi untuk mendeskripsikan proses bisnis pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi dengan cara yang lebih teratur (von Rosing et al., 2015). BPMN merupakan notasi diagram proses bisnis berbasis teknik *flowchart* yang disusun untuk membuat model grafis dari proses bisnis yang di dalamnya terdapat aktivitas dan kontrol aliran yang menentukan urutan kerja (Tananto et al., 2023). Dengan BPMN, semua tindakan yang diambil oleh *stakeholder* dapat digambarkan dengan cara yang terstruktur sehingga interaksi antara berbagai proses menjadi lebih jelas dan mudah dianalisis (OMG, 2011).



Gambar 5 Business Process Model and Notation (BPMN)

Proses dimulai dari petani yang melakukan panen dan menjual biji kopi robusta kepada produsen sebagai bahan baku utama. Selanjutnya, divisi sortasi dan grading melakukan proses pemilahan berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran biji kopi. Setelah biji kopi memenuhi standar, biji tersebut diproses di bagian pengolahan basah melalui beberapa langkah seperti memisahkan kulit buah, merendam, meniriskan, dan mengeringkan hingga kadar airnya sesuai. Selanjutnya, operator mesin *huller* mengupas kulit ari, lalu diikuti oleh operator mesin *roasting* yang menjalankan proses penyangraian untuk membentuk aroma dan rasa kopi. Tahap terakhir dilakukan oleh operator mesin *grinder* yang menggiling biji kopi sangrai menjadi bubuk kopi sebagai produk akhir.

BPMN menampilkan hubungan antaraktivitas dari para *stakeholder*, dengan setiap tahap proses menghasilkan *output* yang menjadi masukan untuk tahap proses berikutnya. Dengan demikian, model BPMN memberikan penjelasan yang jelas tentang alur bisnis dalam sistem pengolahan biji kopi robusta dan bisa digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis, evaluasi, serta pengembangan sistem tersebut (Amalina & Handayati, 2020).



Gambar 6 Validasi Model BPMN

Validasi model BPMN dilakukan dengan menggunakan aplikasi *PowerDesigner* melalui opsi *Check Model*. Hasil pemeriksaan menunjukkan tidak ada kesalahan atau peringatan (0 error, 0 warning), yang berarti semua bagian dalam diagram BPMN, seperti *event*, aktivitas, *gateway*, alur *sequence*, *pool*, dan *lane*, sudah dibuat sesuai dengan aturan yang berlaku (OMG, 2011). Dengan demikian, model BPMN yang dihasilkan bisa digunakan sebagai representasi yang tepat untuk menunjukkan proses bisnis pengolahan biji kopi robusta dan membantu dalam menganalisis serta mengembangkan sistem secara menyeluruh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem pengolahan biji kopi robusta menjadi bubuk kopi telah berhasil dimodelkan melalui diagram skema sistem, diagram alir proses, use case diagram, business process diagram, dan Business Process Model and Notation (BPMN). Integrasi berbagai pendekatan pemodelan tersebut mampu merepresentasikan hubungan antara pemangku kepentingan (stakeholder), masukan (input), proses, keluaran (output), sumber daya, mekanisme pengendalian, serta potensi ancaman dalam sistem pengolahan kopi secara terstruktur dan sistematis. Model yang dikembangkan memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur, fungsi, dan alur operasional pengolahan kopi robusta, sehingga dapat menjadi dasar konseptual untuk memahami, menganalisis, mengevaluasi, serta mengidentifikasi peluang peningkatan efektivitas dan efisiensi proses produksi. Meskipun demikian, model ini masih bersifat konseptual dan belum mengintegrasikan data operasional secara langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan dan memvalidasi model menggunakan data empiris yang mencakup kapasitas produksi, durasi proses, konsumsi energi, dan parameter kualitas produk pada setiap tahapan pengolahan. Pengembangan lebih lanjut juga dapat diarahkan pada integrasi model ke dalam sistem informasi manajemen produksi atau *Decision Support System* (DSS) untuk mendukung pemantauan, pengendalian, evaluasi kinerja, dan pengambilan keputusan berbasis data. Dengan demikian, model yang dihasilkan diharapkan tidak hanya berfungsi sebagai representasi konseptual sistem, tetapi juga menjadi landasan pengembangan sistem pengolahan kopi robusta yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U., Sa'diyah, K., & Sathivel, S. (2023). Analysis and technical optimization of processing condition for better quality of robusta coffee production. *Coffee Science*, 18. <https://doi.org/10.25186/v18i.2080>
- Amalina, F., & Handayati, Y. (2020). Business process analysis and improvement in selling process using Business Process Modelling Notation (BPMN) at Locarvest. *KnE Social Sciences*, 4(6), 459–477. <https://doi.org/10.18502/kss.v4i6.6619>
- Analianasari, Win, E. K., Berliana, D., Yulia, M., & Shintawati. (2022). Evaluasi pasca panen, cacat mutu dan atribut kimia (kafein, asam klorogenat) kopi robusta Lampung Barat (studi kasus gapoktan di Lampung Barat). *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 27(1), 42–52. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v27i1.42-52>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik kopi Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/29/d748d9bf594118fe112fc51e>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 01-3542-2004: Kopi bubuk*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2907:2008: Biji kopi*. Badan Standardisasi Nasional.
- Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Perren, R., & Escher, F. (2008). Coffee roasting and aroma formation: Application of different time–temperature conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5836–5846. <https://doi.org/10.1021/jf800327j>
- Bastian, F., Hutabarat, O. S., Dirpan, A., Nainu, F., Harapan, H., Emran, T. B., & Simal-Gandara, J. (2021). From plantation to cup: Changes in bioactive compounds during coffee processing. *Foods*, 10(11), 2827. <https://doi.org/10.3390/foods10112827>
- Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2011). *Systems engineering and analysis* (5th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *The unified modeling language user guide* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Roth, R. M. (2015). *Systems analysis and design* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Illy, A., & Viani, R. (Eds.). (2005). *Espresso coffee: The science of quality* (2nd ed.). Elsevier Academic Press.
- Majid, A., Limonu, M., & Dahlan, S. A. (2024). Karakteristik mutu biji kopi robusta (*Coffea canephora*) Dulamayo dengan berbagai metode pengolahan. *Jambura Journal of Food Technology*, 6(2), 334–348. <https://doi.org/10.37905/jjft.v6i2.27482>
- Object Management Group. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN) version 2.0*. Object Management Group. <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
- Putra, A., Bachtiar, E., Hidayatulloh, R., Ramadhani, A., Ummah, K., & Sholihah, W. (2024). Perancangan sistem rekomendasi komoditas pertanian berdasarkan lokasi geografis untuk meningkatkan produktivitas petani. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3936>
- Rosdiana, E., Kusumaningtyas, R. N., Pratita, D. G., Alwi, A. L., & Rahayu, S. (2022). Analisa proksimat dan kadar kafein pada green bean robusta berdasarkan lama waktu fermentasi. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 9(2), 60–70. <https://jtai.politala.ac.id/index.php/JTAI/article/view/166>
- Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., & Escher, F. (2002). Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *Journal of Food Science*, 67(1), 60–66. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11359.x>
- Tananto, F., Sari, W., Alzami, F., Nabila, M., Saputra, F., Umam, C., Syafrudin, H., & Handoko, L. (2023). Business process reengineering supply chain management system based blockchain using BPR LC. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 4(2), 291–300. <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2023.4.2.746>

- Tarigan, E. B., Wardiana, E., Hilmi, Y. S., & Komarudin, N. A. (2022). The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974, 012115. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012115>
- Uman, E., Colonna-Dashwood, M., Colonna-Dashwood, L., Perger, M., Klatt, C., Leighton, S., Miller, B., Butler, K. T., Melot, B. C., Speirs, R. W., & Hendon, C. H. (2016). The effect of bean origin and temperature on grinding roasted coffee. *Scientific Reports*, 6, 24483. <https://doi.org/10.1038/srep24483>
- Utami, S. S., Hidayati, N., & Sunar. (2025). Pengolahan kopi robusta dan kajian analisis usaha pada Mangkudirjo Coffee & Roastery. *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 84–92. <https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.47>
- von Rosing, M., White, S., Cummins, F., & de Man, H. (2015). Business Process Model and Notation—BPMN. In M. von Rosing, A.-W. Scheer, & H. von Scheel (Eds.), *The complete business process handbook* (Vol. 1, pp. 433–457). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00021-5>
- Wanita, Y. P., Ushada, M., Damayanti, E., & Sukartiko, A. C. (2026). Comprehensive characterisation of the robusta coffee postharvest processes: Insight into physicochemical, volatile compounds, and sensory preferences. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 49(1), 257–283.
- Wulandari, S., Ainuri, M., & Sukartiko, A. C. (2021). Biochemical content of Robusta coffees under fully-wash, honey, and natural processing methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819, 012067. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012067>