

## Potensi dan Distribusi Limbah Biomassa Pertanian sebagai Penghasil Bioenergi di Kabupaten Gunungkidul

**Betti Yuniasih<sup>\*</sup>, Listiyani, Githa Noviana, Amir Noviyanto**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER Yogyakarta  
 Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,  
 Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

<sup>\*</sup>E-mail korespondensi: [betti@instiperjogja.ac.id](mailto:betti@instiperjogja.ac.id)

### ABSTRACT

*Agricultural waste has the potential to serve as an environmentally friendly source of bioenergy. This study aims to determine the potential of agricultural waste as a bioenergy source, assess the amount of bioenergy that can be generated, and identify the distribution of this energy potential within Gunungkidul Regency. This study utilizes agricultural commodity production data from the Gunungkidul Regency Agriculture Office. Biomass waste estimates were calculated using the RPR (residue-to-product ratio). Estimates of the energy produced were calculated by multiplying the estimated agricultural waste by the lower heating value (LHV) for each commodity. Data on waste utilization was collected through in-depth interviews with key figures at the Gunungkidul Regency Agriculture Office. The estimated energy values for each subdistrict were mapped using ArcGIS Pro and visualized as a color gradient. The study results indicate that the total estimated agricultural waste in Gunungkidul amounts to 1,808,807 tons per year. The primary crops contributing the highest volume of agricultural waste are cassava, corn, rice, and bananas. This agricultural waste has the potential to be processed into bioenergy in the form of bioethanol, biobriquettes, biochar, biotanol, or biogas. The districts with high-potential bioenergy from agricultural waste are Saptosari, Semin, and Ponjong, which are dominated by dryland farming of cassava, upland rice, and corn. The majority of areas in Gunungkidul Regency have moderate bioenergy potential. Agricultural waste in Gunungkidul Regency has the potential to be processed into bioenergy to foster energy self-sufficiency in each area of the regency.*

**Keywords:** agriculture; bioenergy; dryland; waste

### PENDAHULUAN

Bioenergi yang berasal dari limbah biomassa pertanian saat ini menjadi fokus dalam riset energi terbarukan. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi memiliki kelebihan karena selain produk pertaniannya mampu memberikan penyedia dan ketahanan pangan, limbah yang dihasilkan mampu memberikan solusi pemenuhan kebutuhan energi dan pengelolaan limbah (Fitri et al., 2023). Limbah biomassa pertanian yang diolah menjadi

bahan bakar nabati dalam bentuk padat (briket arang, pelet kayu, biochar), cair (biodiesel atau bioetanol) atau gas (biogas) juga semakin diakui potensinya untuk dikembangkan menjadi sumber energi terbarukan (Agustian, 2015; Chum et al., 2012). Hal ini memicu meningkatnya minat untuk menganalisis dan mengukur biomassa serta potensinya di berbagai wilayah (Ika et al., 2022). Pemanfaatan bioenergi dari limbah pertanian merupakan upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil yang menyebabkan degradasi lingkungan dan perubahan iklim (Creutzig et al., 2015; Reid et al., 2020). Pengolahan limbah pertanian juga merupakan upaya untuk menciptakan nol limbah (zero waste), karena limbah yang dihasilkan akan meningkat nilai ekonominya sehingga terbentuk ekonomi sirkular (Lantasi, 2022). Pengolahan bioenergi dari limbah pertanian juga bagian dari upaya untuk mewujudkan SDG's poin ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau, poin ke-13 tentang penanganan perubahan iklim, poin ke-12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggungjawab, poin ke-2 yaitu tanpa kelaparan karena hasil pertanian dimanfaatkan untuk sumber pangan dan bioenergi yang dihasilkan berasal dari limbah pertanian, serta SDG's poin ke-9 tentang industri, inovasi, dan infrastruktur (United Nations, 2026).

Kabupaten Gunungkidul merupakan kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki karakter biofisik tanah karst. Pada sektor pertanian, Kabupaten Gunungkidul menggunakan sistem pertanian lahan kering sebagai adaptasi kondisi lingkungan yang cenderung kering (Cahyadi et al., 2013; Khotimah et al., 2019). Kabupaten Gunungkidul memiliki rata-rata curah hujan tahunan sekitar 1.800-2.300 mm/tahun, total curah hujan pada tahun 2025 sebesar 2.469,9 mm (BPS Kabupaten Gunungkidul, 2025). Komoditas yang banyak dibudidayakan di Kabupaten Gunungkidul adalah ubi kayu dan jagung yang memerlukan air dalam jumlah sedikit, serta umumnya membudidayakan padi gogo yang dapat tumbuh di lahan kering (Djaenudin et al., 2011; Nugroho et al., 2020). Selain tanaman pangan, masyarakat Kabupaten Gunungkidul juga membudidayakan jenis tanaman hortikultura seperti pisang dan kacang tanah, serta tanaman perkebunan seperti kakao, kelapa, jambu mete (Khotimah et al., 2019).

Komoditas pertanian yang dibudidayakan tersebut menghasilkan limbah primer seperti jerami padi, batang jagung, batang ubi kayu yang dihasilkan saat panen. Limbah sekunder yang merupakan sisa pemrosesan pasca panen juga berpotensi menjadi bioenergi seperti sekam padi, tongkol jagung, atau kulit ubi kayu. Limbah tersebut mengandung lignoselulosa atau pati yang berpotensi sebagai sumber energi (Fitri et al., 2023; Lantasi, 2022; Prihutama et al., 2017).

Limbah pertanian dengan kadar air yang rendah seperti sekam, jerami, tongkol jagung dapat diolah melalui proses termokimia seperti pembakaran langsung, pirolisis, atau gasifikasi sehingga menghasilkan biobriket, biochar, atau biopelet. Limbah basah yang banyak mengandung air atau limbah lunak lebih cocok diolah melalui proses biokimia melalui

pengolahan biogas atau bioetanol (Slade et al., 2014). Potensi limbah pertanian dapat dianalisis dengan menggunakan nilai residue to product ratio (RPR) yang nilainya berbeda-beda antar komoditas. Nilai RPR merupakan nilai rasio dari limbah yang dihasilkan terhadap nilai produksi suatu komoditas. Jenis limbah yang berbeda pada komoditas yang sama dapat memiliki nilai RPR yang berbeda, seperti nilai RPR sekam padi sebesar 0,22 dan nilai RPR jerami sebesar 1,4 (Guzman-Bello et al., 2023). Nilai RPR jerami lebih tinggi karena jumlah limbah jerami yang dihasilkan dari proses panen padi lebih tinggi daripada limbah sekam.

Estimasi nilai kalor atau energi yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan nilai *lower heating value* (LHV) (Fitri et al., 2023). LHV merupakan parameter krusial dalam analisis bioenergi untuk menentukan jumlah energi panas yang dapat dihasilkan. Estimasi energi yang dihasilkan dapat dihitung dengan mengalikan total jumlah produksi, rasio limbah terhadap produksi (RPR), dan nilai kalor per satuan massa untuk setiap komoditas (Guzman-Bello et al., 2023). Pada limbah yang memiliki kadar air yang tinggi, maka nilai LHV nya akan rendah karena banyak energi yang terbuang untuk menguapkan air. Limbah pertanian yang memiliki kadar abu dan kadar air yang tinggi akan memiliki nilai LHV rendah, seperti pembakaran langsung jerami padi. Limbah pertanian yang mengandung sedikit kadar air dan kadar abu, memiliki potensi energi yang cukup baik seperti tempurung kelapa atau tongkol jagung. Pada limbah yang telah diolah sehingga kadar airnya sangat rendah memiliki potensi kalor yang lebih tinggi lagi seperti limbah yang telah diolah menjadi biochar, biobriket, atau biopellet. Pada limbah yang banyak mengandung lignoselulosa berpotensi menghasilkan energi lebih tinggi jika diolah melalui proses termokimia (Chum et al., 2012; Creutzig et al., 2015; Slade et al., 2014).

Pada saat ini limbah pertanian di Kabupaten Gunungkidul belum diolah dengan baik, beberapa dimanfaatkan sebagai pakan ternak, mulsa, atau dibakar secara langsung. Selain itu pemetaan spasial mengenai sebaran potensi limbah pertanian dan potensi energi yang dihasilkan di Kabupaten Gunungkidul juga belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah pertanian sebagai bioenergi, mengetahui potensi bioenergi yang dihasilkan dan mengetahui distribusi potensi energi yang dihasilkan di wilayah Kabupaten Gunungkidul.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan data produksi pertanian yang berasal dari Dinas Pertanian Kabupaten Gunungkidul tahun 2025. Pendataan jenis limbah dan pemanfaatan limbah pertanian di Kabupaten Gunungkidul dilakukan dengan wawancara mendalam (in depth interview) dengan Kepala Dinas Kabupaten Gunungkidul. Estimasi limbah yang dihasilkan dihitung dengan mengalikan nilai produksi dengan nilai residue to product ratio (RPR) untuk setiap jenis limbah tiap komoditas. Potensi energi biomassa dari limbah pertanian dihitung

dengan mengalikan jumlah produksi dengan rasio limbah yang dihasilkan per satuan produk utama yang didapat dari nilai RPR acuan untuk tiap komoditas, dan nilai kalor per satuan massa bahan yang didapatkan dari nilai lower heating value (LHV) acuan untuk tiap komoditas. Fitri et al., (2023) menjelaskan, potensi energi biomassa (E) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$E = \sum_{i=1}^n (P_i \times RPR_i \times LHV_i)$$

Keterangan:

E = potensi energi yang dihasilkan (GJ)

P = total jumlah produksi komoditas (ton)

RPR = rasio jumlah limbah yang dihasilkan per satuan produk utama (*residue to product ratio*)

LHV = nilai kalor atau kandungan energi per satuan massa bahan dalam kondisi kering (*lower heating value*) (MJ/kg)

Nilai RPR dan LHV acuan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Guzm et al., (2023), seperti tampak pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai RPR dan LHV komoditas pertanian.

| Komoditas      | Jenis Limbah       | RPR  | LHV         |
|----------------|--------------------|------|-------------|
| Tanaman Pangan |                    |      |             |
| • Ubi kayu     | Batang             | 0,4  | 15-18 MJ/kg |
|                | Kulit              | 0,12 | 16-18 MJ/kg |
| • Jagung       | Batang dan daun    | 1    | 15-17 MJ/kg |
|                | Tongkol            | 0.25 | 14-17 MJ/kg |
| • Padi         | Jerami             | 1.4  | 12-15 MJ/kg |
|                | Sekam              | 0.22 | 13-15 MJ/kg |
| • Kacang tanah | Batang             | 0,15 | 13-16 MJ/kg |
|                | Kulit biji         | 0,25 | 13-16 MJ/kg |
| Hortikultura   |                    |      |             |
| • Pisang       | Batang dan pelepah | 2.5  | 12-14 MJ/kg |
| • Mangga       | Ranting dan daun   | 0,4  | 13-14 MJ/kg |
| • Cabai rawit  | Sisa tanaman       | 1    | 15-17 MJ/kg |
| Perkebunan     |                    |      |             |
| • Kelapa       | Sabut              | 0,37 | 10-18 MJ/kg |
|                | Tempurung          | 0,13 | 17-19 MJ/kg |
| • Kakao        | Kulit buah         | 0,65 | 15-17 MJ/kg |
| • Jambu mete   | Cangkang biji      | 0,28 | 18-19 MJ/kg |
| • Tembakau     | Batang             | 0,45 | 14-16 MJ/kg |

Potensi bioenergi untuk setiap kecamatan di Kabupaten Gunungkidul dihitung dengan menjumlahkan total potensi energi dari semua komoditas pertanian yang ada. Hasil perhitungan kemudian dipetakan menggunakan aplikasi ArcGIS Pro untuk menggambarkan potensi bioenergi di Kabupaten Gunungkidul secara spasial. Hasil perhitungan potensi energi tiap kecamatan dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan

nilai energi tertinggi dan terendah pada semua kecamatan. Ketiga kelas potensi energi divisualkan dalam bentuk gradasi warna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sektor pertanian merupakan sektor penyumbang perekonomian terbesar di Kabupaten Gunungkidul dengan kontribusi sebesar 25,5% (Khotimah et al., 2019). Ubi kayu, jagung, dan padi merupakan tiga komoditas dengan produksi tertinggi di Gunungkidul dengan jumlah produksi berturut-turut adalah 752.239; 290.002; dan 264.236 ton/tahun (BPS Kabupaten Gunungkidul, 2025). Tingginya produksi ketiga komoditas tersebut disebabkan karena kondisi biofisik Kabupaten Gunungkidul yang khas. Kabupaten Gunungkidul didominasi topografi karst dengan lapisan top soil yang tipis dan drainase yang cepat. Pada tanah karst, air hujan cepat meresap ke lapisan tanah bawah melalui rekahan tanah. Sebagian besar lahan pertanian di Gunungkidul adalah pertanian lahan kering seperti tegalan yang sangat bergantung pada curah hujan (tadah hujan) (Cahyadi et al., 2013; Khotimah et al., 2019).

Dengan kondisi tersebut komoditas yang dapat tumbuh optimal di Gunungkidul adalah ubi kayu, jagung, dan padi gogo. Ubi kayu dan jagung tidak memerlukan genangan air dan mampu tumbuh di tanah dengan solum dangkal. Kebutuhan air tanaman jagung lebih rendah dibandingkan tanaman pangan lainnya dan cocok ditanam di awal musim penghujan. Ubi kayu merupakan salah satu tanaman yang toleran terhadap kekeringan sehingga cocok dengan kondisi iklim di Gunungkidul. Padi gogo merupakan jenis padi yang mampu tumbuh di lahan kering tanpa irigasi teknis (Cahyadi et al., 2013; Djaenudin et al., 2011; Khotimah et al., 2019). Dengan keunggulan ketiga komoditas ini, banyak masyarakat Gunungkidul yang membudidayakan ketiga komoditas ini dengan cara tumpang sari. Ubi kayu dan jagung juga dibudidayakan di seluruh wilayah di Gunungkidul karena ubi kayu memiliki nilai simpan yang lama jika sudah diolah menjadi gaplek sebagai strategi cadangan makanan saat kemarau panjang, sedangkan jagung dibudidayakan sebagai sumber pangan bagi manusia dan sebagai sumber pakan ternak (Nugroho et al., 2020). Selain ketiga komoditas pangan dengan produksi tertinggi tersebut, masyarakat Kabupaten Gunungkidul juga membudidayakan jenis tanaman hortikultura seperti pisang yang menempati produksi tertinggi keempat dengan jumlah produksi 215.698 ton/ha, serta jenis komoditas pertanian dan perkebunan lain yang tampak seperti Tabel 2.

Komoditas pertanian tersebut berpotensi menghasilkan limbah primer yang dihasilkan saat panen maupun limbah sekunder hasil pengolahan pasca panen (Ika et al., 2022). Estimasi limbah biomassa dari komoditas pertanian di Kabupaten Gunungkidul yang dihitung dengan mengalikan jumlah produksi dengan nilai RPR tiap jenis limbah tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi limbah pertanian berdasarkan komoditas di Kabupaten Gunungkidul.

| Komoditas      | Jenis Limbah       | Produksi (ton/tahun) | RPR  | Estimasi limbah (ton/tahun) | Persentase (%) |
|----------------|--------------------|----------------------|------|-----------------------------|----------------|
| Tanaman Pangan |                    |                      |      |                             |                |
| • Ubi kayu     | Batang             | 725.239              | 0,4  | 290.096                     | 20,45          |
|                | Kulit              |                      | 0,12 | 87.029                      | 3,21           |
| • Jagung       | Batang dan daun    | 290.002              | 1    | 290.002                     | 16,03          |
|                | Tongkol            |                      | 0,25 | 72.501                      | 4,01           |
| • Padi         | Jerami             | 264.236              | 1,4  | 369.930                     | 16,04          |
|                | Sekam              |                      | 0,22 | 58.132                      | 4,81           |
| • Kacang tanah | Batang             | 47.148               | 0,15 | 7.072                       | 0,39           |
|                | Kulit biji         |                      | 0,25 | 11.787                      | 0,65           |
| Hortikultura   |                    |                      |      |                             |                |
| • Pisang       | Batang dan pelepah | 215.698              | 2,5  | 539.245                     | 29,81          |
| • Mangga       | Ranting dan daun   | 75.890               | 0,4  | 30.356                      | 1,68           |
| • Cabai rawit  | Sisa tanaman       | 48.626               | 1    | 48.626                      | 2,69           |
| Perkebunan     |                    |                      |      |                             |                |
| • Kelapa       | Sabut              | 6.787                | 0,37 | 2.511                       | 0,14           |
|                | Tempurung          |                      | 0,13 | 882                         | 0,05           |
| • Kakao        | Kulit buah         | 564                  | 0,65 | 367                         | 0,01           |
| • Jambu mete   | Cangkang biji      | 421                  | 0,28 | 118                         | 0,02           |
| • Tembakau     | Batang             | 342                  | 0,45 | 154                         | 0,01           |
| Jumlah         |                    |                      |      | 1.808.807                   | 100            |

Sumber: (Dinas Pertanian Kabupaten Gunung Kidul, 2025)

Berdasarkan Tabel 2 tersebut diketahui bahwa total potensi limbah biomassa komoditas pertanian Kabupaten Gunungkidul sebesar 1.808.807 ton/tahun yang berasal dari komoditas tanaman pangan, hortikultura, dan komoditas perkebunan. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa komoditas yang menghasilkan limbah yang tinggi adalah ubi kayu, jagung, padi, dan pisang. Keempat komoditas tersebut dibudidayakan di seluruh kecamatan di Kabupaten Gunungkidul (BPS Kabupaten Gunungkidul, 2025; Dinas Pertanian Kabupaten Gunung Kidul, 2025).

Limbah ubi kayu yang berupa kulit umbi dan batang tanaman ubi kayu pada merupakan limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bioenergi. Tingginya limbah ubi kayu di Kabupaten Gunung Kidul disebabkan karena tanaman ini memiliki produksi tertinggi dan semua kecamatan di Gunungkidul membudidayakan komoditas ini. Limbah batang sering dimanfaatkan sebagai sumber bibit dan limbah ubi kayu dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Cahyadi et al., 2013; S Supangkat et al., 2018).

Padi termasuk tiga besar komoditas pertanian dengan produksi tertinggi di Kabupaten Gunungkidul. Produksi padi menempati urutan ketiga setelah ubi kayu dan jagung, namun

karena nilai residue to product ratio (RPR) padi lebih tinggi daripada jagung, maka padi memiliki potensi menghasilkan limbah lebih tinggi daripada jagung. Padi juga dibudidayakan di seluruh kecamatan di Gunungkidul baik dalam bentuk padi sawah maupun padi gogo. Sebanyak 65,8% padi di Gunungkidul dibudidayakan dengan sistem padi gogo dan 34,2% dibudidayakan dalam sistem padi sawah. Hal ini merupakan adaptasi masyarakat untuk budidaya padi di kawasan karst (Cahyadi et al., 2013; Nugroho et al., 2020).

Jagung merupakan komoditas pertanian dengan peringkat produksi kedua setelah padi. Jagung juga dibudidayakan di seluruh kecamatan di Gunungkidul sebagai tanaman pangan dan pakan ternak (Khotimah et al., 2019). Limbah jagung yang dapat dimanfaatkan sebagai bioenergi berasal dari batang dan daun serta tongkolnya.

Pisang, komoditas hortikultura dengan produksi tertinggi, dibudidayakan di seluruh kecamatan di Kabupaten Gunung Kidul. Nilai potensi limbah yang berasal dari batang dan pelepah pisang tinggi karena pisang memiliki nilai RPR yang tinggi yaitu sebesar 2,5 hal ini dikarenakan saat buah pisang dipanen, batang pisang harus ditebang dan menjadi limbah pertanian (Fitri et al., 2023).

Limbah komoditas unggulan di Gunungkidul ini memiliki potensi menjadi bioenergi. Pada saat ini, masyarakat memanfaatkan limbah kulit ubi kayu sebagai pakan ternak, batangnya sebagai sumber bibit, dan daunnya sebagai pakan ternak. Limbah jerami padi dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau mulsa dan sekam padi dimanfaatkan sebagai mulsa, media tanam atau bahan bakar. Limbah batang dan daun jagung dimanfaatkan untuk pakan ternak dan tongkol jagung yang dikeringkan sebagai bahan bakar rumah tangga. Limbah batang pisang memiliki kandungan air dan serat yang tinggi sehingga biasanya dimanfaatkan sebagai mulsa. Dengan pengolahan lebih lanjut, limbah-limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi seperti yang tampak seperti Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Potensi bioenergi dari limbah pertanian di Kabupaten Gunungkidul

| No. | Komoditas | Jenis Limbah       | Potensi Bioenergi  | Estimasi Nilai Kalor |
|-----|-----------|--------------------|--|----------------------|
| 1.  | Ubi kayu  | Kulit              | Bioetanol, biogas, biobriket,  | 15-18 MJ/kg          |
|     |           | Batang             | Biopelet, biobriket, bioethanol  | 16-18 MJ/kg          |
| 2.  | Padi      | Sekam              | generasi 2, bio oil, biochar, Bahan bakar pembangkit listrik melalui pembakaran langsung, biobriket, bio-pelet, syngas, bio oil, biochar | 12-15 MJ/kg          |
|     |           | Jerami             | Bioetanol generasi kedua, biogas, biopelet, biobriket, syngas, biochar   | 13-15 MJ/kg          |
| 3.  | Jagung    | Batang dan daun    | Bioetanol generasi kedua, biogas, biobriket, biopelet, bio oil, biochar,   | 15-17 MJ/kg          |
|     |           | Tongkol            | Biobriket, biopellet, bioethanol generasi 2, syngas, bio oil, biochar  | 14-17 MJ/kg          |
| 4.  | Pisang    | Batang dan pelepah | Biogas   | 12-14 MJ/kg          |

Berdasarkan Tabel 3. diketahui bahwa bioenergi yang dihasilkan dari limbah ubi kayu, padi, dan jagung memiliki potensi nilai kalor dengan rentang nilai 12-18 MJ/kg atau setara dengan 2.800-4.300 kkal/kg, sedangkan limbah pisang memiliki potensi kalor lebih rendah sebesar 12-14 MJ/kg karena kandungan airnya yang lebih besar. Semakin tinggi kandungan lignoselulosa atau pati dari limbah maka semakin tinggi potensi kalor yang dihasilkan, sedangkan semakin tinggi kadar air dan kadar abu pada limbah semakin kecil nilai kalor yang akan dihasilkan (Fitri et al., 2023).

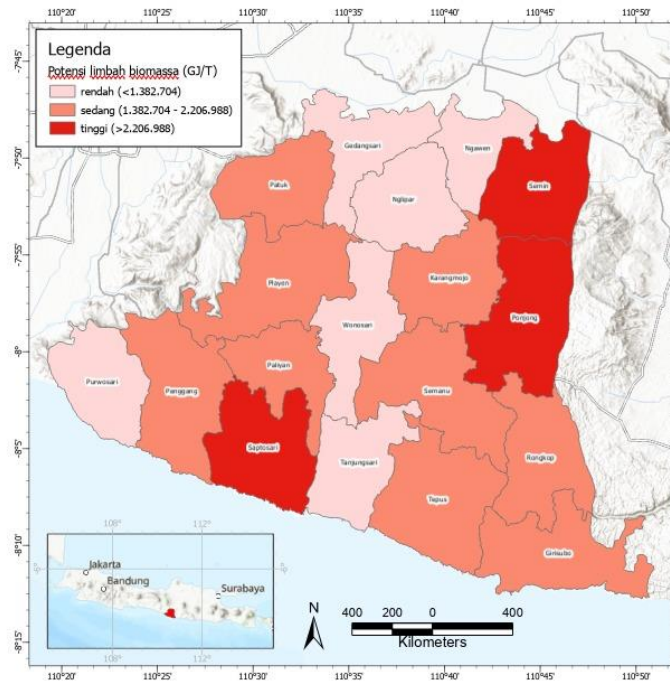
Pengolahan limbah melalui proses termokimia menjadi biobriket, biochar, atau biopellet akan menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi daripada pembakaran limbah secara langsung. Biobriket dari limbah pertanian dapat digunakan untuk meyalakan kompor biomassa pada skala rumah tangga atau dimanfaatkan untuk industri skala kecil dan menengah seperti pengeringan galek atau hasil tani lainnya atau sebagai bahan bakar boiler pada industri tahu atau tempe. Selain itu biobriket juga dapat dimanfaatkan sebagai co firing batubara di PLTU. Pembakaran langsung limbah pertanian seperti pembakaran sekam padi dapat menjadi menjadi bahan bakar boiler untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Limbah yang memiliki kadar air tinggi berpotensi untuk diolah menjadi biogas atau bioethanol (Reid et al., 2020). Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber bioenergi juga menjadi mitigasi terhadap perubahan iklim karena lebih ramah lingkungan karena emisi karbon yang lebih rendah daripada bahan bakar fosil dan berasal dari bahan yang terbarukan (Creutzig et al., 2015).

Pengoptimalan pemanfaatan potensi bioenergi dari limbah pertanian di Gunungkidul dapat dilakukan dengan menganalisis potensi energi kalor dari seluruh komoditas pertanian pada setiap kecamatan. Potensi energi yang dihasilkan setiap daerah bisa jadi berbeda-beda karena komoditas yang dibudidayakan setiap daerah juga berbeda. Pemetaan potensi kalor dari bioenergi yang berasal dari limbah pertanian pada semua kecamatan di Gunungkidul ditampilkan pada Tabel 4. dan Gambar 1 berikut.

Tabel 4. Potensi energi dari limbah pertanian pada setiap kecamatan di Kabupaten Gunung Kidul.

| Kecamatan  | Potensi Bioenergi (GJ/tahun) |         |         |            |           | Kategori |
|------------|------------------------------|---------|---------|------------|-----------|----------|
|            | Ubi Kayu                     | Jagung  | Padi    | Pisang     | Total     |          |
| Saptosari  | 3,269,535,7                  | 520,916 | 317,681 | 38,96      | 4,108,172 | tinggi   |
| Semin      | 1,400,416,5                  | 523,248 | 896,294 | 7,57       | 2,819,966 | tinggi   |
| Ponjong    | 1,510,122,2                  | 447,655 | 542,228 | 93.600,60  | 2,593,605 | tinggi   |
| Panggung   | 1,696,990,9                  | 304,574 | 198,935 | 24,66      | 2,200,525 | sedang   |
| Karangmojo | 1,195,344,7                  | 422,307 | 502,219 | 120,19     | 2,119,991 | sedang   |
| Semanu     | 1,480,172,6                  | 203,900 | 348,469 | 39,18      | 2,032,581 | sedang   |
| Tepus      | 1,357,626,2                  | 333,688 | 156,364 | 16,59      | 1,847,695 | sedang   |
| Rongkop    | 1,045,242,6                  | 346,653 | 204,766 | 85.145,40  | 1,681,807 | sedang   |
| Patuk      | 920,039,2                    | 204,888 | 507,549 | 39,43      | 1,632,515 | sedang   |
| Girisubo   | 1,123,072,3                  | 245,047 | 216,600 | 13,17      | 1,584,732 | sedang   |
| Playen     | 625,761,2                    | 421,662 | 338,149 | 187.306,00 | 1,572,878 | sedang   |

| Kecamatan   | Potensi Bioenergi (GJ/tahun) |           |           |            |           | Kategori |
|-------------|------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|
|             | Ubi Kayu                     | Jagung    | Padi      | Pisang     | Total     |          |
| Paliyan     | 1,037,370,1                  | 251,849   | 204,366   | 6,23       | 1,493,591 | sedang   |
| Nglipar     | 669,532,4                    | 441,449   | 264,923   | 158,60     | 1,376,063 | rendah   |
| Wonosari    | 356,036,0                    | 583,849   | 327,880   | 6,10       | 1,267,772 | rendah   |
| Purwosari   | 628,559,4                    | 146,775   | 208,743   | 23,00      | 984,101   | rendah   |
| Gedangsari  | 519,928,5                    | 126,688   | 312,296   | 5,67       | 958,919   | rendah   |
| Tanjungsari | 634,249,9                    | 134,115   | 17,587    | 169.338,00 | 955,289   | rendah   |
| Ngawen      | 256,501,2                    | 140,782   | 427,846   | 38.595,00  | 863,724   | rendah   |
| Jumlah      | 19,726,502,0                 | 5,800,046 | 5,992,895 | 574.484,00 |           |          |



Gambar 1. Distribusi potensi bioenergi limbah biomassa pertanian di Kabupaten Gunungkidul

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa terdapat 3 kelas potensi energi di Kabupaten Gunungkidul. Kecamatan yang memiliki potensi kalor yang tinggi digambarkan dengan area berwarna merah tua dan semakin kecil potensi kalornya digambarkan dengan warna merah muda. Berdasarkan Gambar tersebut, diketahui bahwa 3 kecamatan memiliki potensi energi kategori tinggi, 9 kecamatan kategori sedang, dan 5 kecamatan kategori rendah. Kecamatan Saptosari merupakan kecamatan dengan potensi bioenergi tertinggi yaitu sebesar 4.108.172 GJ/tahun, sedangkan Kecamatan Ngawen memiliki potensi bioenergi terendah yaitu sebesar 863.724 GJ/tahun. Pada lokasi yang memiliki potensi kalor tinggi dan sedang berpotensi untuk pengembangan bioenergi sebagai sumber energi.

Potensi energi yang dihasilkan dari limbah pertanian berdasarkan jenis komoditasnya dari yang tertinggi berturut-turut adalah ubi kayu, padi, jagung, dan pisang. Ubi kayu memiliki potensi energi yang tinggi karena kulit ubi kayu mengandung banyak pati yang dapat diolah menjadi bioetanol. Limbah kulit ubi kayu atau batang ubi kayu juga mengandung lignoselulosa tinggi sehingga berpotensi diolah menjadi biobriket, biopelet, atau biochar. Limbah jerami atau

sekam padi juga berpotensi diolah menjadi biobriket, biopelet, atau biochar, dan limbah jerami juga bisa diolah menjadi bioetanol. Limbah batang dan tongkol jagung berpotensi diolah menjadi biobriket, biopelet, atau biochar. Limbah batang pisang berpotensi diolah menjadi bioetanol atau biogas. Pengolahan menjadi bentuk biobriket, biochar, dan biopelet akan meningkatkan potensi kalor yang dihasilkan karena kadar air dan kadar abunya lebih rendah (Agustian, 2015). Melalui analisis potensi bioenergi dari limbah pertanian di Kabupaten Gunungkidul membuka peluang bagi Kabupaten Gunungkidul untuk menjadi Kabupaten mandiri energi dengan memanfaatkan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan emisi karbon yang lebih rendah.

### KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah ubi kayu, padi, jagung, dan pisang merupakan kontributor utama bioenergi di Kabupaten Gunungkidul, dengan total estimasi potensi limbah pertanian sebesar 1.808.807 ton/tahun. Selain itu, limbah pertanian yang memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi dapat diolah menjadi biobriket, limbah yang basah yang memiliki kandungan gula atau pati tinggi dapat diolah menjadi bioetanol, dan limbah yang basah dapat diolah menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan sumber energi skala rumah tangga atau industri kecil hingga menengah. Selanjutnya, distribusi potensi bioenergi menunjukkan sebagian besar kecamatan memiliki potensi energi kelas sedang (9 kecamatan), 3 kecamatan memiliki potensi tinggi, dan 5 kecamatan memiliki potensi rendah. Kecamatan Saptosari memiliki potensi tertinggi karena dominansi pertanian lahan kering dari komoditas ubi kayu, padi gogo, dan jagung.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, A. (2015). Pengembangan Bioenergi Di Sektor Pertanian : Potensi dan Kendala Pengembangan Bioenergi Berbahan Baku Ubi Kayu Bioenergy Development in the Agricultural Sector : Potential and Constraints of Cassava Bioenergy Development Energi merupakan salah satu kebutu. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 13(1), 19–38.
- BPS Kabupaten Gunungkidul. (2025). *Kabupaten Gunungkidul dalam Angka Tahun 2025*. Badan Pusat Statistik.
- Cahyadi, A., Nugraha, H., & Nucifera, F. (2013). Pengaturan Pola Tanam Meteorologis sebagai Salah Satu Upaya Optimalisasi Produktivitas Pertanian di Kawasan Karst Kabupaten Gunungkidul. In Sudarmadji, E. Haryono, T. N. Adji, M. Wisyartuti, R. Harini, E. Nurjani, A. Cahyadi, & H. Nugraha (Eds.), *Ekologi Lingkungan Kawasan Karst Indonesia: Menjaga Asa Kelestarian Kawasan Karst Indonesia* (pp. 50–58).
- Chum, H., Faaj, A., Moreira, J., Berndes, G., Parveen, D., Dong, H., Gabrielle, B., Eng, A. G., Lucht, W., Mapako, M., Cerutti, O. M., Mcintyre, T., Minowa, T., Pingoud, K., Bain, R., Chiang, R., Dawe, D., Heath, G., Junginger, M., ... Ribeiro, S. K. (2012). Bioenergy. In *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation* (pp. 209–332).
- Creutzig, F., Ravindranath, N. H., Berndes, G., Bolwig, S., Bright, R., Cherubini, F., Chum, H., Corbera, E., Delucchi, M., Faaij, A., Fargione, J., Haberl, H., Heath, G., Lucon, O., Plevin, R., Popp, A., Robledo-Abad, C., Rose, S., Smith, P., ... Maser, O. (2015). Bioenergy and climate change mitigation: an assessment. *GCB Bioenergy*, 7, 916–

944.

- Dinas Pertanian Kabupaten Gunung Kidul. (2025). *Data Produksi Komoditas Pertanian Kabupaten Gunung Kidul*.
- Djaenudin, D., H., M., H., S., & Hidayat, A. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian* (2nd ed.). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Fitri, H., Gürdil, G. A. K., Yeşiloğlu, E., & Hynek, C. (2023). Biomass potential from agricultural residues for energy utilization in West Nusa Tenggara ( WNT ), Indonesia. *GCB Bioenergy*, 15(July), 1405–1414. <https://doi.org/10.1111/gcbb.13100>
- Guzman-Bello, H., Lopez-Diaz, I., Aybar-Mejia, M., Dominguez-Garabitoz, M., & Atilio de Frias, J. (2023). Biomass Energy Potential of Agricultural Residues in the Dominican Republic. *Sustainability*, 15(22)(15847), 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su152215847>
- Ika, E., Rachmat, R., Meyer, M., & Montastruc, L. (2022). Mapping analysis of biomass residue valorization as the future green energy generation in Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 354(March), 131667.
- Khotimah, Y. K., Supardi, S., & Anriyandarti, E. (2019). Pemanfaatan Sumber Daya Pertanian Lahan Kering di Pegunungan Karst Gunungkidul. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis UNS Ke 43 Vol.3 No.1*, 50–57.
- Lantasi, A. I. D. (2022). An Energy Potential Estimation of Rice Residue in Indonesia : A Case Study in East Java An Energy Potential Estimation of Rice Residue in Indonesia : A Case Study in East Java. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012029>
- Nugroho, J., Zid, M., & Miarsyah, M. (2020). Potensi sumber air dan kearifan masyarakat dalam menghadapi risiko kekeringan di wilayah karst ( Kabupaten Gunung Kidul , Provinsi Yogyakarta ). *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 4(1), 438–447.
- Prihutama, F. A., Firmansyah, D. N., Samuel, K., Siahaan, H., Fahmi, B., Sleman, K., Yogyakarta, D. I., Gunungkidul, K., & Istimewa, D. (2017). Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *SNITT Politeknik Negeri Balikpapan*, 87–95.
- Reid, W. V, Ali, M. K., & Field, C. B. (2020). The future of bioenergy. *Glob Change Biol*, 26(August 2019), 274–286. <https://doi.org/10.1111/gcb.14883>
- S Supangkat, G., Sarjiyah, Hariyono, Genesiska, & Gustami, R. (2018). Study on Agronomic and Economic Performance Characteristics of Cassava ( Manihot utilisima L .) in Gunungkidul Regency Special Region of Yogyakarta. *Planta Tropika*, 6(1), 9–14. <https://doi.org/10.18196/pt.2018.075.9-14>
- Slade, R., Bauen, A., & Gross, R. (2014). Global bioenergy resources. *Nature Climate Change*, 4, 99–105.
- United Nations. (2026). *Sustainable Development Goals*. <https://sdgs.un.org/goals>