

58%

of text is likely AI

AI-generated  58%Human-written & AI-refined  0%Human-written  42%

Caution: Our AI Detector is advanced, but no detectors are 100% reliable, no matter what their accuracy scores claim. Never use AI detection alone to make decisions that could impact a person's career or academic standing.

Volume XX, Nomor XX, Tahun XXXX**KARAKTERISASI BAKTERI PADA PERAKARAN TANAMAN PADI (*Oryza Sativa L.*)
DENGAN APLIKASI PUPUK ABU PELET DAN PGPR****Frendy Praoga^{1*}, Fariha Wilisiani², Ryan Firman Syiah³**¹Agroteknologi, (Fakultas Pertanian), INSTIPER Yogyakarta²Program Studi, (Fakultas Pertanian), INSTIPER Yogyakarta^{*})Email Korespondensi: frendy123prayoga@gmail.com**ABSTRAK**

Ketergantungan pada pupuk kimia dalam budidaya padi secara terus-menerus dapat menurunkan kesuburan tanah dan mengganggu keseimbangan ekosistem bakteri rizosfer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian abu pelet sekam padi dan Plant Growth Rhizobacteria (PGPR) terhadap jumlah dan karakteristik bakteri pada rhizosfer padi serta hubungannya dengan pH dan C/N organik tanah. Pelaksanaan penelitian di Laboratorium Institut Pertanian STIPER Yogyakarta yang terletak di Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan metode percobaan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor.

Penelitian ini terdiri dari beberapa perlakuan, yaitu NPK 100% + urea, abu pelet 100% + urea, abu pelet 50% + PGPR 50% + urea, abu pelet/PGPR 50% + NPK 50% + urea, dan kontrol. Hasil menunjukkan bahwa populasi mengalami peningkatan dari hari pertama inkubasi setelah penanaman sampai hari ketiga, dengan rerata CFU tertinggi pada perlakuan NPK 100% + urea dan terendah pada perlakuan kontrol. Hasil deteksi identifikasi yang dilakukan ditemukan bakteri dengan genus *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* dan *Enterobacter*. Berdasarkan penelitian ini terdapat potensi dari penambahan abu pelet dan PGPR dapat memengaruhi jumlah dan keanekaragaman bakteri.

Kata kunci: rizosfer padi, abu pelet, PGPR, CFU, bakteri

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza Sativa*) merupakan komoditas pangan utama yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2025), produksi beras untuk konsumsi pangan pada Juli 2025 diperkirakan mencapai 2,77 juta ton, meningkat 35,1% dibandingkan dengan produksi Juli 2024 yang tercatat sebesar 2,05 juta ton beras, yang menunjukkan tingginya produksi padi dalam pemenuhan kebutuhan pokok. Upaya peningkatan produksi dilakukan dengan sistem budidaya konvensional dimana menambahkan pupuk dan bahan kimia sintetik, namun sistem budidaya ini berpotensi menurunkan kualitas lingkungan dan berkelanjutan lahan pertanian.

Peningkatan produktivitas padi perlu diimbangi dengan pengelolaan tanah yang berkelanjutan, salah satunya melalui pemanfaatan mikroorganisme rizosfer dan bahan pembenah tanah. Bakteri rizosfer berperan dalam membantu penyerapan unsur hara serta merangsang pertumbuhan tanaman (Junita *et al.*, 2024). Sekam padi sebagai limbah pertanian mengandung silika (SiO_2), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai amelioran. Pengolahan sekam menjadi pelet sebelum pembakaran menghasilkan abu yang bersifat alkalis dan mengandung mineral yang dapat mendukung perbaikan sifat tanah. Aplikasi abu tersebut berpotensi meningkatkan pH, ketersediaan hara, struktur, dan porositas tanah serta menciptakan lingkungan yang lebih sesuai bagi aktivitas mikroorganisme (Wibowo *et al.*, 2024). Selain

amelioran, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati karena memiliki kemampuan dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi IAA, dan peningkatan efisiensi penyerapan hara. Rizobakteri pada tanaman padi juga dilaporkan mampu mendukung pertumbuhan vegetatif dan perkembangan sistem perakaran (Sudewi *et al.*, 2024).

Keberadaan dan aktivitas bakteri rizosfer dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, termasuk pH, ketersediaan hara, dan aerasi (Murniati *et al.*, 2022). Beberapa genus bakteri yang umum ditemukan pada rizosfer padi, seperti *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, dan *Rhizobium*, memiliki peran dalam penambatan nitrogen, pelarutan fosfat, produksi siderofor, serta sintesis zat pemacu pertumbuhan (Sudewi *et al.*, 2024). Meskipun manfaat amelioran dan PGPR terhadap tanaman telah banyak dilaporkan, informasi mengenai keberadaan bakteri pada perakaran padi setelah aplikasi abu pelet sekam padi yang dikombinasikan dengan PGPR masih terbatas. Kombinasi kedua bahan tersebut berpotensi memengaruhi kondisi rizosfer sekaligus mendukung keberadaan bakteri yang menguntungkan bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bakteri pada perakaran tanaman padi (*Oryza sativa* L.) setelah aplikasi abu pelet sekam padi dan PGPR. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kelompok bakteri yang berasosiasi dengan perlakuan tersebut serta mendukung pengembangan pemanfaatan limbah sekam padi dan mikroorganisme dalam pengelolaan tanah yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Institut Petanian STIPER Yogyakarta yang terletak di Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada April-Julii 2026. Alat yang digunakan berupa cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, gelas baker, inkubator, pembakar bunsen, jarum ose, erlenmeyer, neraca analitik, batang kaca L, hot plate, objek glass, kaca penutup, pipet tetes, vortex, *micropipette*, *microtip*, *autoclave*, *laminar air flow*. Bahan yang digunakan yaitu aluminium foil, plastik wrap, kapas, tisu, aquades, medium nutrient agar (NA), alkohol 75% dan 95%, Kristal violet, iodin, safranin, dan sampel tanah di area tanaman.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan. Dari setiap ulangan perlakuan diambil satu dan dilakukan isolasi murni bakteri. Pada perlakuan dilakukan pembiakan bakteri yang telah melewati pengenceran pada media NA petridis, setiap perlakuan diamati terhadap karakteristik makroskopis (setiap bentuk, warna tepi, dan permukaan koloni) dan mikroskopis melalui pewarnaan gram bakteri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji tentang identifikasi bakteri yang terdapat pada rhizosfer tanaman padi dengan penambahan bahan organik, pupuk hayati, dan pupuk kimia untuk mengetahui tingkat keragaman mikroba tanah terkhususnya bakteri. Perlakuan yang diberikan NPK 100% + urea, abu pelet 100% + urea, abu pelet 50% + PGPR 50% + urea, abu pelet/PGPR 50% + NPK 50% + urea, dan kontrol diharapkan berpengaruh pada sifat kimia tanah yang akan memengaruhi jumlah dan komunitas bakteri rhizosfer tanaman padi.

Oleh karena itu, identifikasi bakteri dilakukan untuk mengetahui respon bakteri terhadap pemberian pupuk kimia, abu pelet sekam padi, serta perlakuan kombinasi abu pelet dan PGPR yang diberikan. Hasil analisis pH tanah disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil analisis pH tanah

Sampel

pH

Kriteria

NPK 100% + urea

7,2

Agak basa

Abu Pelet 100% + urea

7,1

Agak basa

Abu Pelet 50% + PGPR 50% + urea

7

Netral

Abu Pelet/PGPR 50% + NPK 50% + urea

7,1

Agak basa

Kontrol (Tanah tanpa perlakuan)

7,57

Agak basa

Tabel 1 menunjukkan pH tanah pada seluruh sampel berkisar 7,0–7,57, termasuk kriteria netral hingga agak basa (Irham *et al.*, 2024), yang masih sesuai untuk pertumbuhan tanaman padi karena unsur hara makro (N, P, K) tersedia optimal pada pH netral meskipun ketersediaan unsur mikro (Fe, Mn, Zn, Cu) mulai menurun pada kondisi agak basa sejalan dengan (Rahman *et al.*, 2023) bahwa penambahan bahan organik mempengaruhi pH tanah dan populasi bakteri. Abu pelet berbahan dasar sekam padi bersifat alkalin dan kaya K, Ca, Mg, serta silika yang berpotensi meningkatkan pH melalui efek pengapuran (liming effect) (Suleman *et al.*, 2024), namun efeknya tidak terlihat karena peningkatan tersebut sangat mempengaruhi kondisi awal tanah (Jati & Fadhani, 2025) pada tanah dengan pH awal netral hingga agak basa, kemampuan abu pelet meningkatkan pH menjadi relatif kecil karena kapasitas penyangga (buffering capacity) tanah yang diperlukan oleh kapasitas tukar kation, bahan organik, mineral liat, dan keseimbangan ion basa mampu mempertahankan kestabilan reaksi tanah sehingga penambahan bahan pembenah tidak selalu mengubah pH secara langsung.

Hal serupa terlihat pada kombinasi abu pelet 50%+PGPR 50%+urea dan abu pelet/PGPR 50%+NPK 50%+urea yang juga tidak menunjukkan peningkatan pH signifikan, diduga karena PGPR menghasilkan asam organik selama metabolisme berperan

melarutkan fosfat dan meningkatkan ketersediaan hara yang melengkapi sifat basa abu pelet sehingga pH tetap pada kisaran netral, ini menandakan bahwa kombinasi abu pelet dan PGPR lebih berfungsi menjaga kestabilan lingkungan tanah dibandingkan meningkatkan pH secara langsung sejalan dengan (Zaitun *et al.*, 2022) yang melaporkan bahwa bahan hasil pembakaran biomassa dapat meningkatkan pH namun tetap berada pada kategori netral, serta (Setiawati *et al.*, 2023) bahwa aplikasi PGPR tidak memberikan perubahan nyata terhadap pH karena aktivitas mikroorganisme lebih mempengaruhi proses biologi dibandingkan sifat kimia tanah, dengan perbedaan hasil antartstudi ini diduga akibat kondisi pH awal tanah yang berbeda sehingga efek pengapuran abu pelet menjadi kurang terlihat. Sampel kontrol justru menunjukkan pH tertinggi (7,57) yang mengindikasikan tanah tanpa perlakuan cenderung agak basa, sehingga secara keseluruhan pemberian abu pelet dan PGPR tidak menyebabkan peningkatan pH melainkan lebih berperan menjaga kestabilan reaksi tanah pada kondisi pH netral hingga agak basa kondisi pH yang stabil ini tetap menguntungkan bagi ketersediaan unsur hara makro dan aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga perkembangan populasi bakteri pada penelitian ini diduga lebih dipengaruhi oleh ketersediaan karbon organik dan nitrogen dibandingkan dengan perubahan pH tanah.

Tabel 2. Hasil analisis C/N Rasio

Sampel
C organik (%)
N total(%)
C/N rasio (%)
NPK 100% + urea
2,932
0,272
10,776
Abu Pelet 100% + urea

2,854

0,222

12,863

Abu Pelet 50% + PGPR 50% + urea

3,480

0,284

12,237

Abu Pelet/PGPR 50% + NPK 50% + urea

3,260

0,221

14,785

Kontrol (Tanah tanpa perlakuan)

3,156

0,232

13,626

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan C-organik tanah berkisar 2,854–3,480%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan yang mengombinasikan abu pelet dan PGPR. Kombinasi tersebut diduga mampu mempertahankan karbon organik melalui peningkatan pertumbuhan akar dan aktivitas mikroorganisme tanah, sementara abu pelet menyediakan mineral yang mendukung kondisi tanah (Harahap et al., 2020). Sebaliknya, perlakuan abu pelet 100% + urea menghasilkan C-organik lebih rendah karena abu pelet didominasi mineral seperti silika, kalium, dan kalsium, sedangkan sebagian besar karbon organik telah hilang selama pembakaran (Fitriani et al., 2026). Meskipun terdapat perbedaan antar perlakuan, seluruh nilai C-organik masih berada pada kategori sedang hingga tinggi sehingga kondisi tanah relatif mendukung kehidupan mikroorganisme (Sari

et al., 2023). Kandungan N-total berada pada kisaran 0,221–0,284%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan abu pelet 50% + PGPR 50% + urea sebesar 0,284%. Nilai tersebut diduga berkaitan dengan kombinasi urea sebagai sumber N, PGPR yang mendukung aktivitas mikroorganisme rizosfer, serta abu pelet yang berfungsi sebagai amelioran. Ketiga komponen tersebut dapat menciptakan kondisi yang lebih mendukung bagi ketersediaan nitrogen tanah, sebagaimana dilaporkan (Taufikurrahman et al., 2026) bahwa penggunaan PGPR bersama urea dapat membantu meningkatkan serapan nitrogen pada tanaman padi.

Rasio C/N tanah berkisar 10,78–14,79 dan masih berada dalam kisaran yang sesuai untuk tanah pertanian, sedangkan nilai 10–15 menunjukkan bahwa bahan organik telah mengalami dekomposisi dengan baik dan nitrogen relatif tersedia bagi tanaman (Sedo et al., 2021). Rasio C/N tertinggi ditemukan pada perlakuan abu pelet/PGPR 50% + NPK 50% + urea, yang menunjukkan proporsi karbon relatif lebih besar terhadap nitrogen sehingga karbon berpotensi bertahan lebih lama sebagai sumber energi mikroorganisme. Sebaliknya, rasio C/N terendah pada perlakuan NPK 100% + urea menunjukkan proporsi nitrogen yang lebih tinggi dan kondisi bahan organik yang relatif lebih mudah terdekomposisi. Menariknya, perlakuan abu pelet 50% + PGPR 50% + urea menghasilkan C-organik dan N-total tertinggi, tetapi tidak memiliki rasio C/N tertinggi. Pola tersebut menunjukkan bahwa peningkatan karbon berlangsung bersamaan dengan peningkatan nitrogen dalam proporsi yang relatif seimbang. Keseimbangan C dan N ini mengindikasikan kondisi yang mendukung proses dekomposisi dan mineralisasi nitrogen, sekaligus berpotensi menyediakan lingkungan yang lebih sesuai bagi aktivitas mikroorganisme tanah.

Tabel 3. Analisis *Colony Forming Units* (CFU)

Sampel

Pengeceran

Hari

Rerata (CFU/mL)

2

3

NPK 100% + Urea

76,25

198,75

276,25

183,75

Abu Pelet 100% + Urea

79,75

213

220,25

163,67

Abu Pelet 50% + PGPR 50% + Urea

164,75

200

213,75

192,83

Abu Pelet/ PGPR 50% + NPK 50% + Urea

101,25

154,25

171,5

142,33

Kontrol (Tanah tanpa perlakuan)

27

36

38,75

33,91

Tabel 3 menunjukkan rerata jumlah koloni tertinggi secara nominal yang diperoleh pada perlakuan abu pelet 50% + PGPR 50% + urea (192,83), diikuti NPK 100% + urea (183,75), abu pelet 100% + urea (162,67), abu pelet/PGPR 50% + NPK 50% + urea (142,33), dan kontrol terendah pada (33,92). Namun, nilai tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung karena penghitungan dilakukan pada tingkat pengenceran yang berbeda perlakuan NPK 100%+urea dan abu pelet 100%+urea dihitung pada pengenceran , sedangkan abu pelet 50%+PGPR 50%+urea pada pengenceran , sesuai standar metode TPC (BAM FDA) agar jumlah koloni berada pada kisaran 30–300 koloni yang layak dihitung. Dengan memperhitungkan faktor pengenceran tersebut, populasi bakteri aktual pada perlakuan NPK 100%+urea sesungguhnya merupakan yang tertinggi, karena jumlah koloni yang tumbuh pada pengenceran mengindikasikan populasi awal yang jauh lebih besar dibandingkan jumlah koloni serupa pada pengenceran . Tingginya populasi bakteri pada perlakuan ini diduga berkaitan dengan ketersediaan unsur hara makro (N, P, K) yang mudah diserap, sejalan dengan (Usman *et al.*, 2024) yang melaporkan bahwa kombinasi pupuk anorganik dan bahan pembenah tanah meningkatkan populasi bakteri melalui perbaikan kondisi tanah dan ketersediaan hara. Populasi tinggi pada abu pelet 100%+urea juga sejalan dengan hal ini, terkait kandungan mineral (K, Ca, Mg, Si) hasil pembakaran sekam padi yang memperbaiki sifat kimia tanah.

Perlakuan abu pelet 50%+PGPR 50%+urea, meskipun menunjukkan jumlah koloni tertinggi, sebenarnya mewakili populasi aktual yang lebih rendah dibandingkan NPK 100% + urea dan abu pelet 100% + urea akibat perbedaan faktor pengenceran tersebut. Tingginya jumlah koloni pada perlakuan ini diperkirakan dipengaruhi oleh peran PGPR dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, serta produksi fitohormon perangsang pertumbuhan akar (Husna *et al.*, 2019), yang mendukung aktivitas mikroba di rizosfer.

Sementara itu, kombinasi abu pelet/PGPR 50%+NPK 50%+urea menghasilkan populasi terendah di antara perlakuan yang diberi pupuk (142,33), diperkirakan akibat faktor interaksi seperti keseimbangan hara, kompetisi antar mikroorganisme, dan kemampuan adaptasi bakteri, namun tetap lebih tinggi dari kontrol yang tidak memperoleh pupuk maupun PGPR sehingga ketersediaan hara dan sumber energi bagi mikroorganisme sangat terbatas. Secara umum, seluruh perlakuan dengan aplikasi pupuk dan PGPR menghasilkan populasi bakteri lebih tinggi dibandingkan kontrol, menekankan bahwa pemberian pupuk dan bahan pembenah tanah meningkatkan ketersediaan hara bagi mikroorganisme rizosfer (Purwani et al., 2019).

Tabel 4. Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis

Kode Sampel

Morfologi Makroskopis

Morfologi Mikroskopis

Warna Isolat

Bentuk

Tepian

Permukaan

Warna Gram

Bentuk Sel

P1

Putih

Bulat

Halus

Timbul

Ungu

Bulat

P1

Kuning

Bulat

Halus

Timbul

Ungu

Batang

P2

Putih

Tidak Beraturan

Bergelombang

Timbul

Ungu

Batang

P2

Kuning

Bulat

Halus

Timbul

Merah

Batang

P3

Putih

Bulat

Halus

Timbul

Merah

Batang

P3

Kuning

Bulat

Halus

Timbul

Merah

Batang

P4

Putih

Bulat

Halus

Timbul

Ungu

Bulat

P5

Kuning

Bulat

Halus

Timbul

Merah

Batang

P5

Putih

Bulat

Halus

Timbul

Ungu

Bulat

Keterangan:

P1: NPK 100% + Urea

P2: Abu Pelet 100% + Urea

P3: Abu Pelet 50% + PGPR 50% + Urea

P4: Abu Pelet/PGPR 50% + NPK 50% + Urea

P5: Kontrol (Tanah tanpa perlakuan)

A

A

A

Keterangan: Gambar (A) Genus *Micrococcus*, (B) *Bacillus* dan (C) *Pseudomonas* atau *Enterobacter*

Hasil identifikasi pada tabel 4 berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat bakteri memiliki morfologi yang beragam dan diduga termasuk genus *Micrococcus*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* atau *Enterobacter*, sesuai dengan karakteristik dalam *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Gambar (A) yang diduga *Micrococcus* memiliki karakter Gram positif berwarna ungu berbentuk bulat (kokus), yang umumnya ditemukan pada tanah dan rizosfer sebagai bakteri heterotrof. Kelompok ini berperan dalam degradasi senyawa organik dan mineralisasi nitrogen sehingga berpotensi mendukung ketersediaan hara di tanah (Azzahra *et al.*, 2025). Gambar (B) menunjukkan karakter Gram positif berwarna ungu berbentuk batang (basil), dengan koloni tidak beraturan dan permukaan timbul yang mengarah pada genus *Bacillus*. Genus ini umum ditemukan pada tanah dan rizosfer padi serta mampu membentuk endospora sehingga dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Selain itu, *Bacillus* berpotensi mendukung ketersediaan hara melalui penambatan nitrogen dan pelarutan fosfat (Husna *et al.*, 2019). Gambar (C) menunjukkan Gram negatif berwarna merah berbentuk batang (basil) diduga termasuk *Pseudomonas* atau *Enterobacter*, sebagaimana karakter yang dilaporkan pada bakteri rizosfer padi (Hartanti, 2020). *Pseudomonas* diketahui memiliki kemampuan melarutkan fosfat, menghasilkan IAA dan siderofor, serta menghasilkan senyawa antagonis terhadap mikroorganisme patogen, sedangkan *Enterobacter* berpotensi melakukan fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi IAA.

Keragaman isolat yang diperoleh menunjukkan keberadaan kelompok bakteri Gram positif dan Gram negatif dengan potensi fungsi yang berbeda dalam ekosistem rizosfer. *Micrococcus* berperan dalam dekomposisi bahan organik, sedangkan *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Enterobacter* berpotensi mendukung ketersediaan hara melalui pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, produksi IAA, dan mekanisme lainnya. Keberadaan kelompok tersebut mengindikasikan bahwa rizosfer padi menjadi habitat bagi bakteri

yang berpotensi berkontribusi terhadap siklus hara, kesuburan tanah, dan pertumbuhan tanaman. Identifikasi ini masih bersifat dugaan karena didasarkan pada karakter morfologi dan pewarnaan Gram, sehingga konfirmasi menggunakan pendekatan molekuler diperlukan untuk memastikan genus masing-masing isolat.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan *Colony Forming Units* (CFU) dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan NPK 100% + urea sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan Kontrol (Tanah tanpa perlakuan).
2. Hasil identifikasi bakteri yang ditemukan diduga termasuk dalam genus *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, dan *Enterobacter*.

DAFTAR PUSTAKA

Azzahra, S. A. S., Susilowati, L. E., Sutriyono, & Suriadi, A. (2025). Populasi Mikroba Tanah Rhizosfer Tanaman Jagung Akibat Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 13(1), 108–120.

<https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2025.013.01.10>

BPS. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia pada Juli 2025 masing-masing sebesar 0,94 juta hektare dan 4,81 juta ton gabah kering giling (GKG)*. BPS.

<https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2025/09/01/2505/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-pada-juli-2025-masing-masing-sebesar-0-94-juta-hektare-dan-4-81-juta-ton-gabah-kering-giling--gkg--.html>

Fitriani, F., Togatorop, E., & Lumbantoruan, C. S. (2026). Pemanfaatan Serbuk Sekam Padi sebagai Katalis Basa Heterogen pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 15(1), 41–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/jtk.v15i1.23521>

Harahap, F. S., Walida, H., Oesman, R., Rahmaniah, R., Arman, I., Wicaksono, M., Harahap, D. A., & Hasibuan, R. (2020). Pengaruh Pemberian Abu Sekam Padi Dan Kompos Jerami Padi Terhadap Sifat Kimia Tanah Ultisol Pada Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 315–320. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.16>

Hartanti, D. A. S. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) var.situbagendit Isolation Phosphate Solvent Endophytic Bacteria From Roots *Oryza sativa* var.situbagendit 1. *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 13(April), 8–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.36456/stigma.13.1.2417.8-14>

Husna, M., Sugiyanta, & Pratiwi, E. (2019). Kemampuan Konsorsium *Bacillus* pada Pupuk Hayati dalam Memfiksasi N₂, Melarutkan Fosfat dan Mensintesis Fitohormon Indole 3-Acetic-Acid. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 43(2), 117–125.
<https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jti/article/view/3248>

Irham, W. H., Saragih, S. W., Parinduri, S., Sitepu, M. T., & Tua, S. N. P. (2024). Reaksi Tanah Akibat Perbedaan Perlakuan Lingkungan. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 2(1), 24–28. <https://doi.org/10.56211/tabela.v2i1.445>

Jati, W. A., & Fadhani, D. M. (2025). Pengaruh biochar sekam padi pada keasaman tanah dalam pengelolaan lahan di Desa Bentuk Jaya. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3, 22–2025.
<https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/proseminaslppm/article/view/1340>

Junita, D., Afrillah, M., & Maulidia, V. (2024). Eksplorasi dan Karakterisasi Rizobakteri yang Berpotensi sebagai Pemacu Pertumbuhan Asal Rizosfer Padi Sawah Tadah Hujan Kecamatan Kaway XVI Aceh Barat. 27(1), 10–20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.30596/agrium.v27i1.16858>

Murniati, A., Tahir, D., & Tahir, R. (2022). Identifikasi Mikroba Rizosfer Penghasil Hormon Pertumbuhan pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(3), 608–615. <https://doi.org/https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1040>

Purwani, J., Erfandi, D., & Juarsah, I. (2019). Pengaruh Pemupukan dan Pembenah Tanah Terhadap Populasi Bakteri Pada Lahan Sawah Bekas Tambang Timah Yang Ditanami Padi. *Balai Penelitian Tanah*, 53(9), 38–46. https://repository.ut.ac.id/4936/1/fmipa2014_10.pdf

Rahman, F. A., Supriyadi, S., Suryawati, S., Murtadlo, M. K., & Khodali, A. (2023). Studi Karakteristik Spasial Lahan Kecamatan Bluto, Sentra Produksi Cabe Jamu (*Piper retrofractum* Vahl .), Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 6(3), 681–689. <https://doi.org/https://doi.org/10.37637/ab.v6i3.1274>

Sari, R., Maryam, & Yusamah, R. A. (2023). Penentuan C-organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Berkelanjutan umur Tanaman dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 11–19.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32520/jtp.v12i1.2598>

Sedo, C. M., Tawa, B. D., Lulan, T. Y. K., Gauru, I., & Cunha, M. Da. (2021). Pengaruh Komposisi Daun Gamal (*Gliricidia sepium* Hbr.) dan Kotoran Sapi dengan Nutrisi Pisang terhadap Rasio C/N Kompos. *Chem*, 1(2), 24–33.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35508/cn.v3i2.6089>

Setiawati, T. C., Widinda, S. A., & Hartatik, W. (2023). Aplikasi Bakteri Pemacu Tumbuh dan Amelioran Terhadap Ketersediaan Hara P dan K di Tanah Masam Serta Serapannya Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal AGRO*, 10(1), 98–109.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15575/22633>

Sudewi, S., Saleh, A. R., Bangkele, L. A., & Dewi, E. S. (2024). Isolasi Dan Karakterisasi Rizobakteri Penambat Nitrogen Dari Ekosistem Padi Padi Sawah Organik. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(3), 642–654. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jat.v12i3.7493>

Suleman, D., Alam, S., & Yusuf, D. N. (2024). Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Inokulan Mikoriza terhadap Ph Tanah, P Tersedia dan Pertumbuhan Jagung Pada Tanah Ultisol. *Agrium*, 21(4), 283–292. <https://doi.org/https://doi.org/10.29103/agrium.v21i4.19580>

Taufikurrahman, T., Tyasmoro, S. Y., & Karyawati, A. S. (2026). Pemenuhan Kebutuhan Hara Nitrogen pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Melalui Pemberian Berbagai Jenis Pupuk Organik dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria). *Agrikultura*, 36(3), 394–410. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v36i3.64303>

Usman, A. I. A. H., Ustiatik, R., Utami, S. R., & Nuraini, Y. (2024). Effectiveness of Various Types of Manure and Inorganic Fertilizers on Populations of N-fixing and P-Solubilizing Bacteria and Nutrient Uptake of Maize in Inceptisol. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 13(3), 880. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i3.880-889>

Wibowo, C. G. A., Mulyanti, H., & Elvania, N. C. (2024). Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Perubahan Parameter Kimia Tanah Pada Lahan Agrosilvopastura Di Desa

Bandungrejo Kecamatan Ngasem. *Sains Agro*, 9(2), 76–82.

<https://doi.org/https://doi.org/10.36355/jsa.v9i2.1537>

Zaitun, Z., Halim, A., & Rahya, S. (2022). Pemanfaatan Limbah Kultur Batch Bioreaktor dan Biochar untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(4), 582–589. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.4.582>