

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



Berita Biologi	Vol. 17	No. 3	Hlm. 225 - 349	Bogor, Desember 2018	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	----------------	----------------------	----------------

BERITA BIOLOGI

Vol. 17 No. 3 Desember 2018

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Penguatan Riset dan
Pengembangan, Kemenristekdikti RI
No. 21/E/KPT/2018

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
(Kimia Bahan Alam, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
(Sistematika Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Gono Semiadi
(Mammalogi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Atit Kanti
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Siti Sundari
(Ekologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Evi Triana
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kartika Dewi
(Taksonomi Nematoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dwi Setyo Rini
(Biologi Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Budiarto, Liana

Alamat (*Address*)

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan: Populasi pakis pohon pada tingkat pancang di plot IV di Sumatera Utara

(Notes of cover picture): (Population of sapling in plot IV in North Sumatra) sesuai dengan halaman 313 (as in page 313).



Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

P-ISSN 0126-1754

E-ISSN 2337-8751

Terakreditasi Peringkat 2

21/E/KPT/2018

Volume 17 Nomor 3, Desember 2018

Berita Biologi	Vol. 17	No. 3	Hlm. 225 – 349	Bogor, Desember 2018	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	----------------	----------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
17(3) – Desember 2018

Prof. Dr. Ir. Yohanes Purwanto
(Etnobotani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr. Rudhy Gustiano
(Pemuliaan dan Genetika, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar
dan Penyuluhan Perikanan - KKP)

Dr. Andria Agusta
(Kimia Bahan Alam, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, MS
(Nutrisi Ikan, (FIKP), Universitas Hasanuddin)

Dr. Ir. Usman, M.Si
(Nutrisi dan Teknologi Pakan Ikan, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan
Penyuluhan Perikanan)

Dr. Siti Sundari
(Ekologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Deden Girmansyah, M.Si
(Taksonomi Tumbuhan (Begoniaceae), Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Ir. Sri Wahyuni, MSi
(Tekologi Benih, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi)

Prof. Dr. Tukirin Partomihardjo
(Ekologi Hutan dan Biogeografi Pulau, Pusat Penelitian Biologi – LIPI)

Dr. Titien Ngatinem Praptosuwiryo, M.Si.
(Ekologi dan Evolusi Biosistemika Tumbuhan (Pteridophyta),
Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor – LIPI)

Tri Handayani, M.Sc.
(Ilmu Pemuliaan dan Geentika Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Sayuran)

BIOLEACHING UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LAHAN SULFAT MASAM AKTUAL UNTUK TANAMAN PADI

[Bioleaching to Improve Productivity Actual of Acid Sulfate Soil for Rice Crop]

Eni Maftu'ah✉ dan Ani Susilawati

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra) Jl. Kebun Karet, Loktabat, Banjarbaru
email:eni_balittra@yahoo.com

ABSTRACT

Technology of microbial utilization to accelerate the oxidation of pyrite followed by leaching (bioleaching) has the potential to resolve problems in land management of actual acid sulphate soil. The research aims to obtain a bioleaching technology package that can improve the productivity of the actual acid sulfate soil. The experiment was conducted on tidal swamp land that has soil type of actual acid sulfate at Wana Raya sub-district, district Batola, South Kalimantan, in July - November, 2014. The study was designed by using strip plot with three replications. The treatment consisted of two factors, namely application of an oxidizing microbial pyrite and leaching amount (intensity). The main plot consisted of (P0) without leaching (naturally), (P1) six times leaching, (P2) eight times leaching, and (P3) 12 times leaching. Subplot consisted of (M0) without oxidizing microbial pyrite, (M1) with oxidizing microbial plant used in this study is Inpara 3 of rice variety. Observations were made on soil pH, oxidizing bacteria pyrite, growth of rice plants (plant height and number of tillers) and rice yield. The results showed that the main problem of actual acid sulfate land studied is a high soil acidity (pH of 3.44). Influence of leaching was greater than microbial application on crop yields. Application of the pyrite oxidizing bacterial and leaching eight times gave the best influence on the growth and yield of rice plants.

Key words: leaching, land productivity, the actual acid sulfate, rice plants

ABSTRAK

Teknologi pemanfaatan mikroba untuk mempercepat oksidasi pirit dan dilanjutkan dengan pelindian/pencucian (*bioleaching*) mempunyai potensi untuk menyelesaikan masalah dalam pengolahan lahan sulfat masam. Penelitian bertujuan mendapatkan satu paket teknologi *bioleaching* yang dapat meningkatkan produktivitas lahan sulfat masam aktual. Penelitian dilaksanakan pada lahan rawa pasang surut sulfat masam aktual di kec. Wana Raya, kab. Batola, Kalsel, pada bulan Juli - Nopember 2014. Rancangan penelitian menggunakan strip plot dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas dua faktor, yaitu aplikasi mikroba pengoksidasi pirit dan jumlah (intensitas) pelindian. Petak utama terdiri dari (P0) tanpa pelindian (alami), (P1) pelindian sebanyak enam kali, (P2) pelindian sebanyak delapan kali, dan (P3) pelindian sebanyak 12 kali. Anak petak terdiri dari (M0) tanpa mikroba pengoksidasi pirit, (M1) diberi mikroba pengoksidasi pirit. Tanaman yang digunakan adalah padi varietas Inpara 3. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan pH tanah, populasi bakteri pengoksidasi pirit, pertumbuhan tanaman padi (tinggi tanaman dan jumlah anakan) serta hasil padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masalah utama lahan sulfat masam aktual yang diteliti adalah kemasaman tanah yang tinggi (pH sekitar 3,44). Pengaruh pelindian lebih besar dibandingkan pemberian mikroba terhadap hasil tanaman. Perlakuan pemberian bakteri pengoksidasi pirit dan pelindian delapan kali memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

Kata kunci: bioleaching, produktivitas lahan, sulfat masam aktual, padi

PENDAHULUAN

Luas lahan sulfat masam di dunia ditaksir antara 12–19 juta hektar (Beek *et al.*, 1980; Langenhoff, 1986; Seiler, 1992). Namun data survei tanah memperkirakan luas lahan sulfat masam di dunia sekitar 24 juta hektar (Mensvoort, 1996 dan Bosch *et al.*, 1998). Tanah sulfat masam berkembang dari bahan induk yang kaya akan senyawa pirit (FeS_2), yang bila teroksidasi dapat memasamkan tanah serta dapat menimbulkan keracunan besi pada tanaman padi (Van Bremen, 1993).

Lahan sulfat masam aktual yaitu tanah sulfat masam yang memiliki horizon sulfurik atau pirit yang telah teroksidasi pada kedalaman 0–50 cm dan $\text{pH} < 3,5$ (Buol *et al.*, 1980; Subagyo dan Widjaja-

Adhi, 1998). Oksidasi senyawa pirit dibantu oleh bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* dan *Thiobacillus thiooxidans* yang merupakan jasad aerobik dan autotrof (Dent, 1986). Pada kondisi masam (pH kurang dari 3), pirit berdisosiasi menjadi ion ferro dan sulfur (Widjaja-Adhi, 1986). Reaksi pirit dengan oksigen, air, dan Fe menghasilkan asam sulfat yang menjadikan tanah mempunyai pH yang luar biasa masam dan Fe terlarut (Fe^{2+}) berada dalam konsentrasi beracun (Dent, 1986). Permasalahan yang timbul akibat proses pemasaman tanah adalah apabila senyawa atau unsur yang beracun tidak terbuang dari lingkungan perakaran, maka pertumbuhan tanaman terhambat, lahan kemudian menjadi lahan tidur maupun mati suri.

Lahan sulfat masam aktual memerlukan penanganan khusus untuk meningkatkan produktivitas lahannya. Pengelolaan lahan merupakan salah satu faktor terpenting dalam mencapai hasil yang optimal dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pengelolaan lahan harus diupayakan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan maupun menurunkan kualitas sumber daya lahan, dan sebaiknya diarahkan pada perbaikan struktur fisik, komposisi kimia, dan aktivitas biologi tanah yang optimum bagi tanaman. Dengan demikian, interaksi antara komponen-komponen biotik dan abiotik tanah pada lahan memberikan keseimbangan yang optimal bagi ketersediaan hara dalam tanah, yang selanjutnya menjamin keberlangsungan produktivitas lahan dan keberhasilan usaha tani.

Pemberian pupuk hayati dengan isolate bakteri pengoksidasi pirit (*Thiobacillus*) dengan pembawa biochar diharapkan dapat memberikan fungsi ganda, yaitu sebagai pupuk hayati yang dapat meningkatkan ketersediaan hara, dan juga sebagai pembenah tanah yang adaptif dan efektif di lahan rawa pasang surut sulfat masam. *Thiobacillus ferrooxidans* merupakan kelompok proteobacteria uniseluler pengoksidasi sulfur yang bersifat *chemolithotrophs* dengan selnya berbentuk batang (0,5–4,0 mikrometer), termasuk gram negatif dan berflagel polar (Holt *et al.*, 1994).

Dalam beberapa tahun belakangan ini, pencucian dengan mikroba (*microbial leaching*) mendapat perhatian yang sangat besar dari beberapa negara karena teknologi ini terbukti mempunyai potensi untuk menyelesaikan masalah dalam pengolahan mineral berkadar logam rendah maupun tinggi (Bosecker, 1997). *Bioleaching* telah dikembangkan sebagai teknologi ramah dan hemat biaya untuk menghilangkan logam berat dari lumpur (Pathak *et al.*, 2009). Mikroorganisme yang mempunyai potensi untuk dikembangkan dan memegang peranan penting dalam proses-proses *bioleaching* adalah *Thiobacillus ferrooxidans*, *T. thiooxidans* (Bosecker, 1997), *Leptospirillum ferrooxidans*, dan dari genus *Sulfolobus* yaitu *S. acidocaldarius* (Handayani, 1997; Woods dan Rawlings, 1989). Penggunaan kombinasi bakteri *T. ferrooxidans* dan *T. thiooxidans* ini ditujukan untuk lebih mengoptimalkan desulfurisasi.

T. ferrooxidans memiliki kemampuan untuk mengoksidasi besi dan sulfur, sedangkan *T. thiooxidans* tidak mampu mengoksidasi sulfur dengan sendirinya, namun tumbuh pada sulfur yang dilepaskan setelah besi teroksidasi. Aktivitas bakteri ini dalam meningkatkan proses oksidasi 100.000 sampai 1.000.000 kali lipat jika dibandingkan dengan reaksi yang terjadi secara geokimia (Ragusa dan Madgwick, 1990). Beberapa keuntungan lain yang dapat diperoleh dengan melakukan proses *bioleaching* adalah biaya operasi relatif cukup rendah, aman terhadap lingkungan (Haris *et al.*, 1994).

Padi merupakan komoditas paling luas di budidayakan di lahan sulfat masam. Namun akhir-akhir ini semakin terdesak oleh komoditas lain terutama kelapa sawit. Budidaya padi umumnya masih bersifat tradisional yang diusahakan sekali setahun dengan menggunakan sistem tanam pindah, varietas lokal, pupuk terbatas, dan produktivitas rendah antara 1,5–2,0 t GKG/ha (Khairullah, 2007), namun dengan menggunakan padi unggul di lahan sulfat masam dengan input dan pengelolaan yang baik dapat mencapai 4,80–6,61 t GKG/ha (Balittra, 2013). Penelitian bertujuan untuk menguji teknologi *bioleaching* untuk meningkatkan produktivitas lahan sulfat masam aktual untuk tanaman padi.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan untuk pembuatan formula mikroba pengoksidasi pirit berupa biakan mikroba, biochar sekam padi, tanah sulfat masam, kantong plastik dan air. Formulasi mikroba pengoksidasi pirit dilakukan di laboratorium Mikrobiologi, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra), Banjarbaru (Kalimantan Selatan). Pengujian teknologi *bioleaching* dilaksanakan pada lahan rawa pasang surut sulfat masam aktual di Desa Dwipasari, Kec. Wana Raya, Kab. Batola, Kalsel pada bulan Juli - November 2014.

Rancangan penelitian menggunakan strip plot dengan tiga ulangan. Perlakuan pada petak utama adalah jumlah pelindian terdiri dari: P0 = tanpa pelindian (alami), P1 = pelindian sebanyak enam kali, P2 = pelindian sebanyak delapan kali, dan P3 = pelindian sebanyak 12 kali. Perlakuan anak petak adalah pemberian mikroba pengoksidasi pirit, terdiri

dari M0 tanpa mikroba pengoksidasi pirit, M1 diberi mikroba pengoksidasi pirit.

Semua petakan dalam satu ulangan diletakkan dalam satu petak yang kondisinya homogen untuk menghindari variabilitas lahan. Petak perlakuan yang akan digunakan seluas 4 m x 6 m. Lebar parit pembatas antar perlakuan adalah 0,5 m dan lebar antar ulangan minimal 1,0 m sedangkan tinggi bedengan adalah 0,4 m. Berikut dapat dilihat *layout* percobaan.

Pengambilan contoh tanah awal untuk karakterisasi lokasi dilakukan sebelum olah tanah. Pengambilan contoh tanah pada empat titik anak contoh dengan kedalaman 0–20 cm (lapisan olah), kemudian digabungkan, diaduk sampai rata, dan setelah itu diambil ± 1 kg. Kemudian contoh tanah diberi label: nama percobaan, lokasi dan tanggal pengambilan. Contoh tanah segera dikirim ke laboratorium untuk dianalisis tanah awal lengkap (pH H₂O, pH KCl, C-organik, N total, K-dd, Na-dd, Ca-dd, Mg-dd, KTK, Al-dd, H-dd, P-Bray, P-total, Fe, SO₄).

Pembersihan lahan dilakukan dengan menggunakan herbisida dan mekanisasi. Setelah lahan dibersihkan dilakukan pemetakan (*lay out*) sesuai dengan perlakuan. Petakan berukuran 4 m x 6 m disesuaikan dengan jumlah perlakuan dan ulangan. Petakan dalam bentuk bedengan dibuat sekompak mungkin. Setelah titik lokasi percobaan ditetapkan, selanjutnya dilakukan pengolahan tanah, lahan dibersihkan dari gulma dan sisa-sisa perakaran tanaman yang masih ada dilahan, tanah dicangkul dan bongkahan tanah dipecah-pecah hingga dapat memberi kondisi yang baik untuk memungkinkan agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan optimum. Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan cangkul sedalam 30–35 cm.

Aplikasi perlakuan dilakukan setelah lahan diolah dan siap ditanami. Sebelum dilakukan aplikasi perlakuan, pada setiap petak diambil contoh tanah untuk dianalisis pH dan kandungan bakteri pengoksidasi pirit (*T. ferrooxidans*). Aplikasi perlakuan meliputi: aplikasi mikroba pengoksidasi pirit (*T. ferrooxidans*) dilakukan dengan cara formula mikroba dengan bahan pembawa biochar sekam padi yang telah dibuat, ditebar di atas tanah sesuai petakan perlakuan. Selanjutnya setelah dua minggu

dilakukan pelindian sesuai perlakuan dengan selang pelindian enam hari. Air di sekitar percobaan dipompa menggunakan mesin penyedot (genset) dan dialirkan ke petakan sampai menggenang sekitar 1–2 cm.

Setelah aplikasi perlakuan selesai dilakukan penanaman bibit padi inpara 3. Penanaman dilakukan dengan sistem jajar legowo 2:1. Bibit padi ditanam dengan jarak tanam 12,5 cm x 25 cm. Penyulaman dilakukan seminggu setelah tanam. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk urea dan pupuk majemuk sesuai dosis rekomendasi, yaitu 100 kg Urea/ha dan 300 kg pupuk majemuk/ha. Aplikasi pupuk dilakukan dengan menaburkan secara merata dan kemudian dicampurkan di tanah sesuai dengan perlakuan. Pupuk Urea dan pupuk majemuk diberikan dua kali yaitu 50% pada tujuh hari setelah tanam dan sisanya 30 hari setelah tanam.

Pemeliharaan terdiri dari kegiatan pengendalian gulma, hama, dan penyakit. Apabila ada gulma yang tumbuh di dalam petakan segera dicabut dan ditanamkan ke dalam tanah. Bila jumlah serangan hama masih sedikit (<5%) maka dilakukan *handpicking*. Bila serangan hama atau penyakit >15% maka dilakukan penyemprotan dengan insektisida ataupun fungisida. Pengendalian gulma, hama dan penyakit tergantung kondisi di lapang.

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman yang diamati yaitu tinggi dan jumlah anakan tanaman diamati pada tiga dan lima minggu setelah tanam (MST). Contoh tanaman yang diamati 10 tanaman diacak di dalam petakan. Tinggi tanaman padi diukur dari pangkal batang atau permukaan tanah sampai bagian tanaman tertinggi. Jumlah anakan dihitung berdasarkan banyaknya anakan/rumpun. Pengamatan perubahan pH tanah dilakukan sebelum dan pada akhir fase vegetatif. Serapan hara N, P dan K serta Fe diamati pada akhir vegetatif maksimum. Pengamatan populasi bakteri pengoksidasi pirit (*T. ferrooxidans*) dilakukan dua kali yaitu sebelum aplikasi perlakuan dan pada akhir fase vegetatif. Pengamatan komponen dan hasil tanaman padi dilakukan dengan ubinan, kemudian dikonversi ke luas petakan dan hektar.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan kandungan hara serta populasi mikroba dilakukan analisis statistik dengan program

statistik, seperti SAS, SPSS versi 12 atau yang lainnya. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan analisis LSD dengan tingkat ketelitian 5%.

HASIL

Karakteristik Lahan

Lahan yang menjadi lokasi penelitian merupakan lahan sulfat masam dengan karakteristik kimia tanah seperti pada Tabel 1. Kondisi hidrologis lahan berada pada tipe luapan B-C. Kemasaman tanah tergolong sangat masam mencapai pH H₂O 3,44 dan pH KCl 3,21, sedangkan kandungan N total tanah tergolong sedang dan P total rendah. Kandungan basa-basa tertukar juga sangat rendah sampai rendah dan didominasi oleh Mg²⁺ dan Ca²⁺, konsentrasi kalium paling rendah dibandingkan basa yang lain (Tabel 1). Kapasitas Tukar Kation (KTK) tergolong tinggi, dan konsentrasi Al tinggi, konsentrasi besi Ferro (Fe²⁺) jauh lebih rendah dibandingkan sulfat (SO₄²⁻) mencapai 1695 ppm. Pada lapisan perakaran (< 50 cm) banyak dijumpai jarasit yaitu mineral berwarna kuning.

Perubahan pH tanah akibat pemberian bakteri pengoksidasi pirit dan pelindian

Perlakuan yang memberikan peningkatan pH H₂O dan KCl dari kondisi awal ditunjukkan oleh perlakuan pelindian enam kali baik yang diberi bakteri pengoksidasi pirit maupun tidak (P1). Namun, secara umum dapat diketahui bahwa perbaikan pH tanah lebih dipengaruhi oleh perlakuan pelindian dibandingkan dengan pemberian bakteri pengoksidasi pirit. Pemberian bakteri pengoksidasi pirit tanpa dilanjutkan dengan pelindian tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pH H₂O (Gambar 1a).

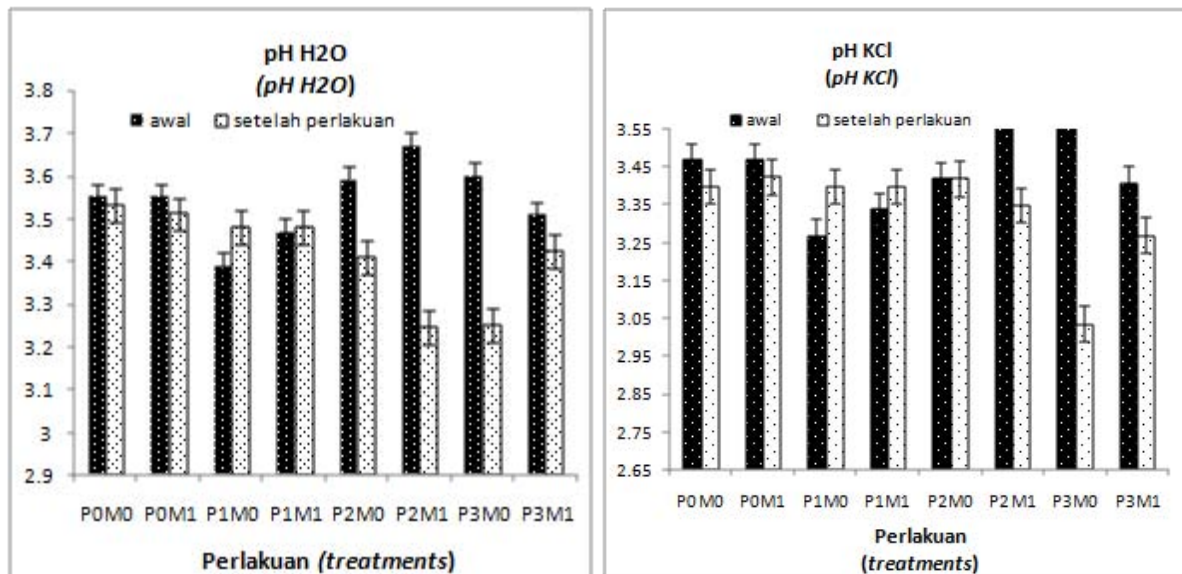
Pemberian bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* tanpa dilanjutkan dengan perlakuan pelindian (P0M1) akan menurunkan pH tanah. Pengaruh intensitas pelindian dengan pH tanah seperti disajikan pada Gambar 2. Pelindian optimum untuk meningkatkan pH H₂O berdasarkan persamaan $y = -0,004x^2 + 0,035x + 3,428$ adalah lima kali, demikian halnya untuk peningkatan pH KCl dengan perlakuan tanpa bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* sesuai persamaan $y = -0,005x^2 + 0,046x + 3,345$. Berdasarkan persamaan $y = -0,003x^2 + 0,038x + 3,299$, pemberian bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* memerlukan pelindian lebih intensif yaitu sekitar enam sampai tujuh kali untuk mencapai pH maksimum (Gambar 2b).

Tabel 1. Karakteristik tanah sulfat masam aktual di lokasi penelitian (*Actual acid sulfate soil and characteristics at the study site*)

Parameter (Parameter)	Nilai (value)
pH H ₂ O	3,44 r
pH KCl	3,21 r
Corganik (%)	3,93 t
N total (%)	0,28 s
K-dd (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0,157 r
Na-dd (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0,197 r
Ca-dd (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0,917 sr
Mg-dd (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0,708 r
KTK (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	36,90 t
Al-dd (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	14,60 t
H-dd (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	3,30 t
P-Bray I (ppm)	6,55sr
Ptotal (mg/100g)	10,121 r
Fe (ppm)	295,65 t
SO ₄ (ppm)	1695,15 t
Eh	110

Catatan: sr; sangat rendah, r; rendah, s; sedang, t; tinggi (Sumber: Balai Tanah, 2009)

Note: sr; very low, r; low, s; medium, t; high (Source: Balai Tanah, 2009)



Gambar 1. Perubahan pH tanah akibat perlakuan pemberian bakteri pengoksidasi pirit dan pelindian. (*Changes in soil pH due to the treatment of administration of pyrite oxidizing bacteria and leaching*).

Keterangan (Notes) P0= Tanpa pelindian (alami), P1=Pelindian sebanyak enam kali, P2=Pelindian sebanyak delapan kali, dan P3=Pelindian sebanyak 12 kali. M0=Tanpa mikroba pengoksidasi pirit, M1= diberi mikroba pengoksidasi pirit. (*Without leaching (naturally), P1 = six times leaching, P2 = eight times leaching, and P3 = times leaching 12. M0 = Without microbes oxidizing pyrite, M1 = microbe oxidizing pyrite*)

Pertumbuhan Tanaman

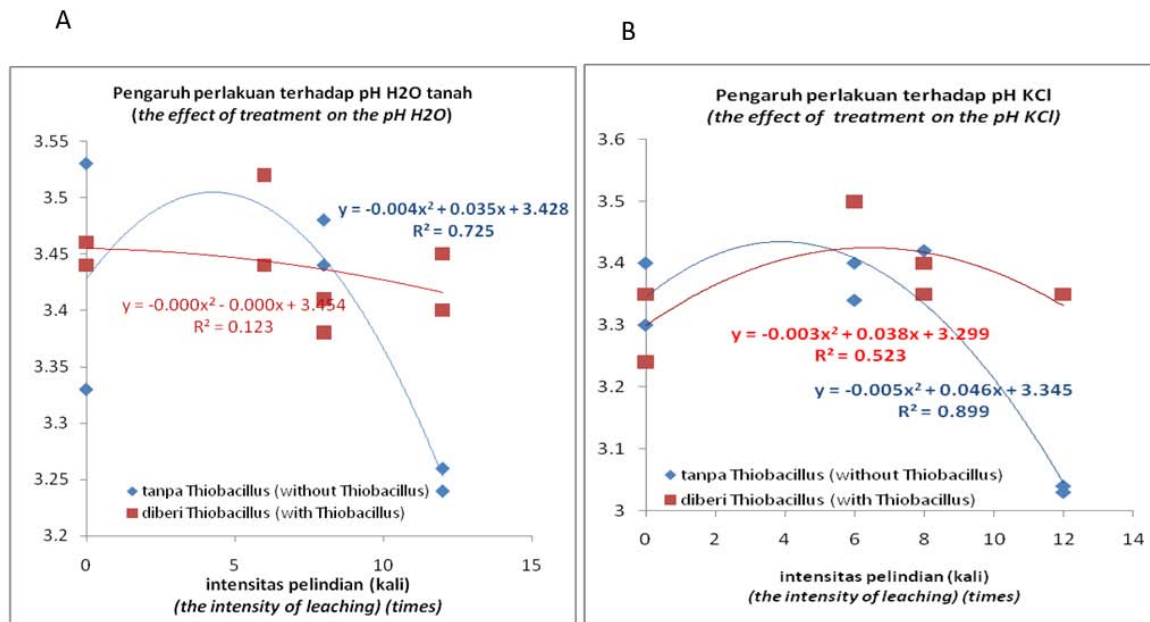
Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman terlihat jelas, terutama perlakuan intensitas pelindian. Tidak terjadi interaksi antara pemberian mikroba pengoksidasi pirit dengan intensitas pelindian terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi dan jumlah anakan). Pada perlakuan kontrol (tanpa dilindi) hampir semua tanaman mati, hanya sekitar 20–25% yang tumbuh. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman berbeda antara pada minggu pengamatan ke-3 dan ke-5 (Gambar 3).

Pada tiga minggu setelah tanam (mst), perlakuan terbaik ditunjukkan oleh perlakuan pelindian delapan kali dengan ditambah bakteri pengoksidasi pirit (P2M1). Namun terjadi perubahan pada pengamatan 5 mst, pelindian delapan kali tanpa bakteri pengoksidasi pirit (P2M0) memberikan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman (Gambar 3b). Berdasarkan persamaan $y = -0,181x^2 + 3,152x + 19,75$, pelindian delapan kali tanpa bakteri pengoksidasi pirit efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, sedangkan dengan

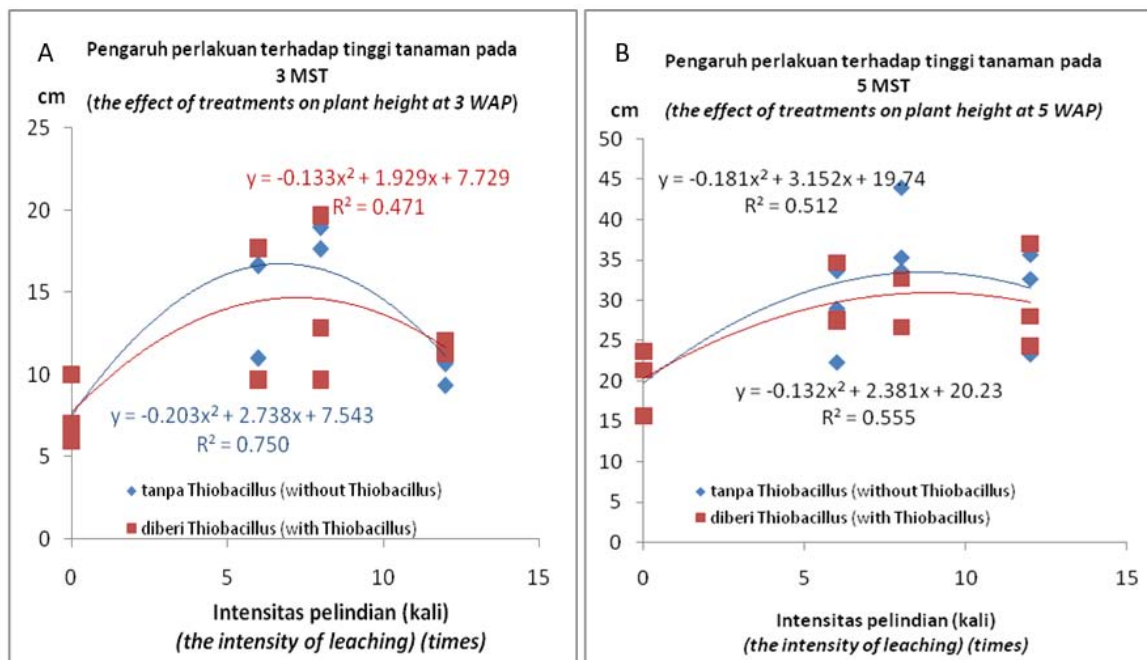
penambahan bakteri pengoksidasi pirit dengan pelindian sembilan kali sesuai persamaan $y = -0,132x^2 + 2,381x + 20,23$ (Gambar 3b).

Jumlah anakan padi pada minggu ke-3, menunjukkan pengaruh yang berbeda antara lahan yang diberi bakteri pengoksidasi pirit dengan tanpa bakteri pengoksidasi pirit. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh perlakuan pelindian delapan kali ditambah bakteri pengoksidasi pirit (P2M1). Pemberian bakteri pengoksidasi pirit memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan tanpa pemberian bakteri pengoksidasi pirit terhadap jumlah anakan (Gambar 4).

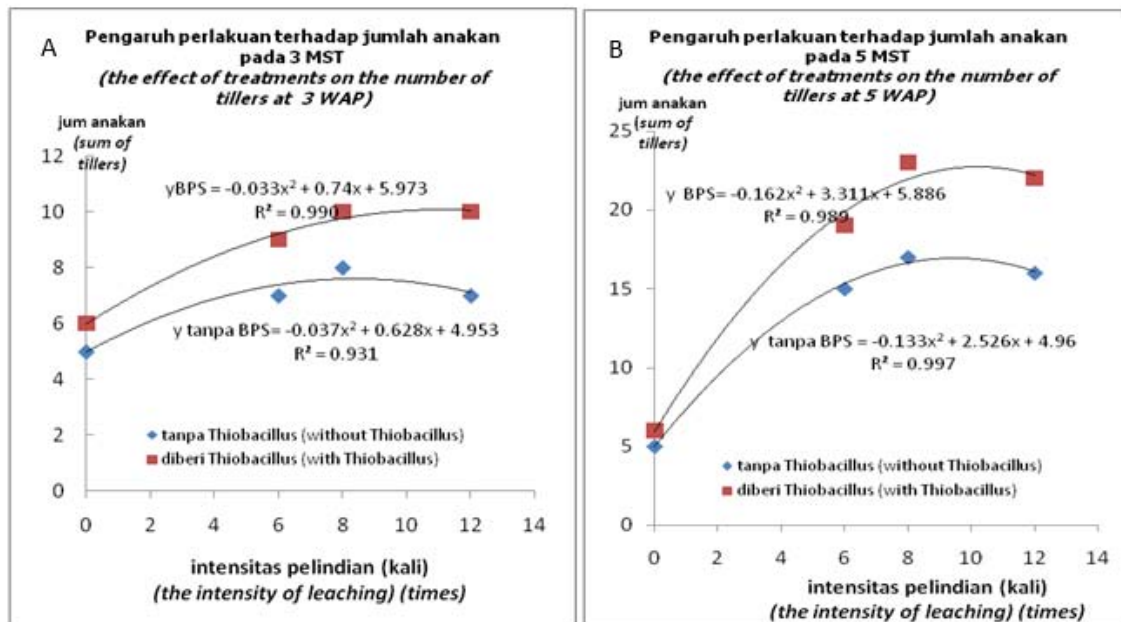
Perlakuan pelindian baik dengan diberi maupun tanpa bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* menurunkan serapan Fe pada akar dengan semakin meningkatkan intensitas pelindian. Terhadap serapan Fe tajuk, peningkatan intensitas pelindian kurang nyata pengaruhnya. Pemberian bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* juga tidak berpengaruh terhadap serapan Fe pada tajuk padi (Gambar 5).



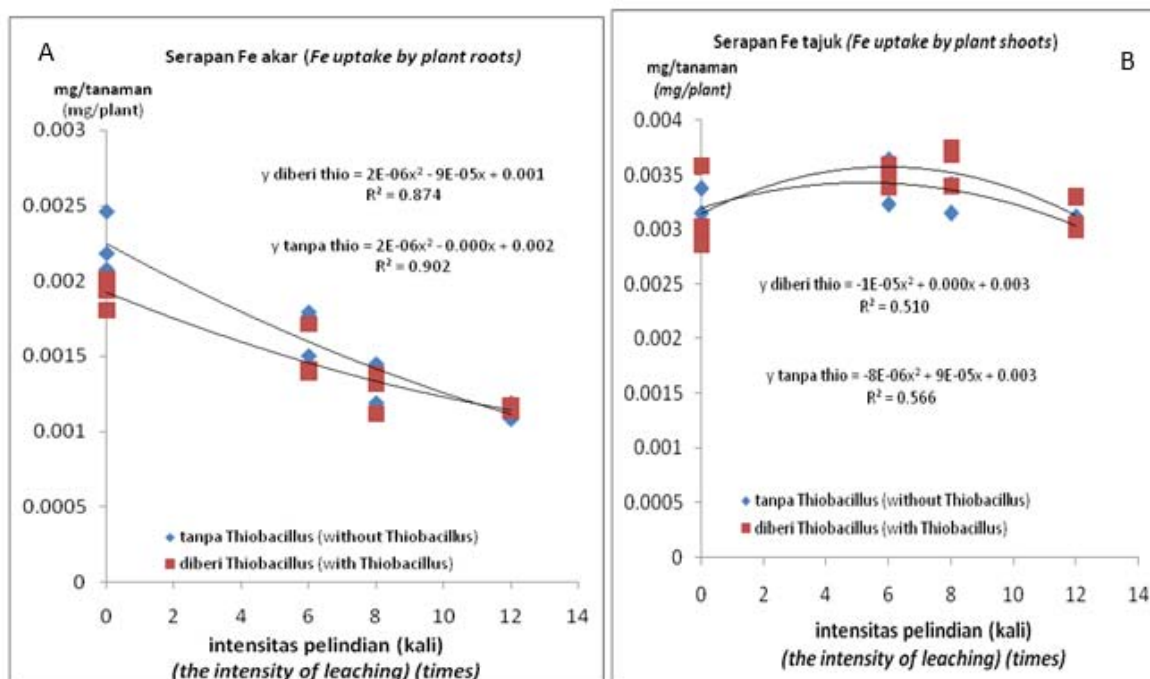
Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap pH H₂O (a) dan pH KCl (b) (Effect of treatment on pH H₂O (a) and pH KCl (b))



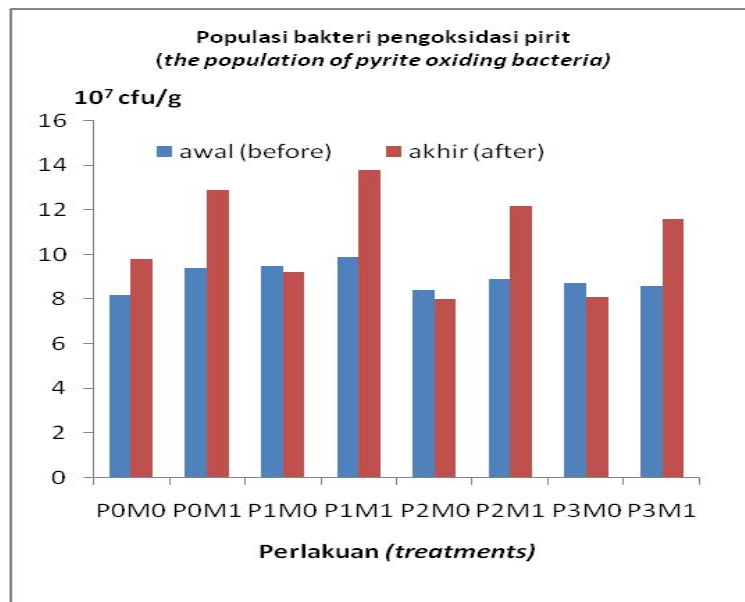
Gambar 3. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman padi (Effect of treatment on height rice plants)



Gambar 4. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah anakan tanaman padi (Effect of treatment on the number of tillers of rice plants)



Gambar 5. Pengaruh pemberian *Thiobacillus ferrooxidans* dan intensitas pelindian terhadap serapan Fe pada akar dan tajuk tanaman padi (Effect of *Thiobacillus ferrooxidans* and leaching intensity toward Fe uptake in roots and canopy of rice plants)



Gambar 6. Populasi bakteri pengoksidasi pirit saat sebelum perlakuan dan fase vegetatif akhir (*The population of pyrite oxidizing bacteria before the treatment and at the end of the vegetative phase*)

Populasi bakteri pengoksidasi pirit

Populasi bakteri pengoksidasi pirit antara sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kondisi terlihat terutama pada perlakuan pemberian bakteri pengoksidasi pirit (Gambar 6). Terjadi peningkatan populasi bakteri pengoksidasi pirit *Thiobacillus ferrooxidans* pada perlakuan pemberian bakteri pengoksidasi pirit, dan peningkatan populasi tertinggi pada perlakuan pelindian 6 kali.

Hasil padi

Hasil padi akibat perlakuan yang diberikan seperti disajikan pada Tabel 2. Terjadi interaksi antara perlakuan pemberian bakteri pengoksidasi pirit dengan jumlah/intensitas pelindian terhadap hasil padi (Tabel 2). Hasil padi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan pelindian selama delapan kali dan diberi bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* (P2M1) yang mampu meningkatkan hasil padi tiga kali lipat dibandingkan kontrol.

PEMBAHASAN

Lahan sulfat masam mempunyai penciri utama adanya lapisan bahan sulfidik yang mengandung

pirit, dan pH sangat masam (tergolong dalam sulfat masam aktual (*Sulfosapris*). Lahan tersebut mempunyai horizon sulfirik yang disebabkan oleh teroksidasinya pirit. Kemasaman tanah mencapai pH 3,44 akibat dari hancurnya kisi-kisi liat sehingga ion Al^{3+} sangat dominan dalam kompleks jerapan (Tabel 1). Degradasi lahan sulfat masam ini dapat disebabkan antara lain akibat reklamasi lahan melalui pembuatan saluran drainase dan kesalahan dalam pengelolaan lahan (Alwi, 2011). Permasalahan utama di lahan sulfat masam disebabkan oleh oksidasi pirit. Proses oksidasi pirit ini menghasilkan ion Fe^{2+} , SO_4^{2-} , dan H^+ (Van Mensvoort dan Dent, 1998).

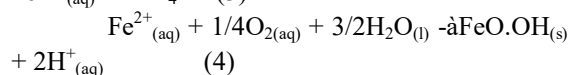
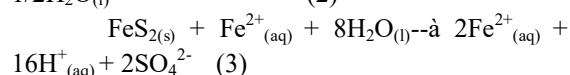
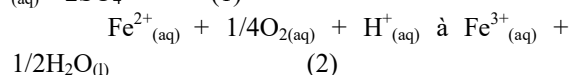
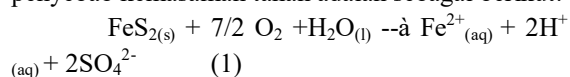
Kandungan basa-basa tertukar didominasi oleh Mg^{2+} dan Ca^{2+} (Tabel 1). Konsentrasi kalium paling rendah dibandingkan basa yang lain. Kalium merupakan kation yang jumlahnya sedikit di tanah sulfat masam yang sudah mengalami pelapukan lebih lanjut, sehingga kompleks jerapan didominasi oleh Al (Maas, 1989). Markus *et al.* (2009), menyatakan bahwa kandungan Al^{3+} pada tanah sulfat masam juga lebih tinggi, diikuti oleh kation Mg^{2+} dan Ca^{2+} .

Konsentrasi besi Ferro (Fe^{2+}) jauh lebih rendah

Tabel 2. Hasil padi akibat perlakuan pelindian dan pemberian bakteri pengoksidasi sulfat (*Rice yield due to leaching treatment and administration of sulfur oxidizing bacteria*)

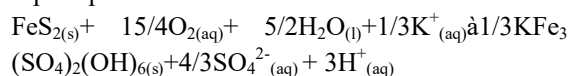
Perlakuan (<i>treatment</i>)	Hasil padi/Gabah (<i>Rice yield</i>)		
	Ubinan (<i>tile</i>) kg	Petakan (<i>plot</i>) kg	hektar (<i>hectare</i>) t/ha
P0M0 (tanpa pelindian, tanpa <i>Thiobacillus</i>) (<i>without leaching, without Thiobacillus</i>)	0,051 d	1,220 d	0,510 c
P0M1 (tanpa pelindian, diberi <i>Thiobacillus</i>) (<i>without leaching, given Thiobacillus</i>)	0,058 d	1,390 d	0,580 c
P1M0 (pelindian 6 kali, tanpa <i>Thiobacillus</i>) (<i>6 times leaching, without Thiobacillus</i>)	0,165 c	3,960 bc	1,650 b
P1M1 (pelindian 6 kali, diberi <i>Thiobacillus</i>) (<i>6 times leaching, given Thiobacillus</i>)	0,185 bc	4,440 b	1,850 b
P2M0 (pelindian 8 kali, tanpa <i>Thiobacillus</i>) (<i>8 times leaching, without Thiobacillus</i>)	0,232 ab	5,570 a	2,320 a
P2M1 (pelindian 8 kali, diberi <i>Thiobacillus</i>) (<i>8 times leaching, given Thiobacillus</i>)	0,251 a	6,020 a	2,510 a
P3M0 (pelindian 12 kali, tanpa <i>Thiobacillus</i>) (<i>12 times leaching, without Thiobacillus</i>)	0,185 bc	4,440 b	1,850 b
P3M1 (pelindian 12 kali, diberi <i>Thiobacillus</i>) (<i>12 times leaching, given Thiobacillus</i>)	0,218 b	5,230 ab	2,180 ab

dibandingkan sulfat (SO_4^{2-}) mencapai 1695 ppm. Menurut Moses dan Hermann (1991) tahapan penyebab kemasaman tanah adalah sebagai berikut:



Oksidasi pirit pada persamaan 1 berlangsung lambat, oksidasi pirit dengan oksidan Fe^{2+} (persamaan 3) lebih cepat dibandingkan pada persamaan 2.

Pada lapisan perakaraan < 50 cm banyak dijumpai jarasit yaitu mineral berwarna kuning. Kondisi ini menunjukkan bahwa telah terjadi oksidasi pirit pada kondisi oksidasi kuat sehingga menyebabkan pH tanah sangat masam ($\text{pH} < 3,7$) seperti persamaan:



Lokasi penelitian secara alami tidak mendukung untuk pertumbuhan padi, akibat kemasaman yang tinggi serta kondisi hidrologis

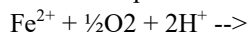
lahan yang sudah lebih mengarah ke tipologi C. Kemasaman lahan semakin meningkat pada kondisi kering, akibat kelarutan Al yang tinggi (Tabel 1).

Perbaikan sifat kimia lahan sulfat masam terdegradasi dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan diantaranya percepatan oksidasi pirit dan pelindian. Hasil penelitian pemberian bakteri pengoksidasi pirit (*Thiobacillus ferrooxidans*) dan diikuti dengan pelindian enam sampai delapan kali memberikan pengaruh terhadap perbaikan pH tanah (Gambar 1). Perlakuan yang memberikan peningkatan pH adalah perlakuan pelindian enam kali (P1). Secara umum perbaikan pH tanah lebih dipengaruhi oleh perlakuan pelindian dibandingkan dengan pemberian bakteri pengoksidasi pirit. Pemberian bakteri pengoksidasi pirit yang dilanjutkan dengan pelindian tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pH H_2O (Gambar 2a). Pemberian bakteri *T. ferrooxidans* tanpa dilanjutkan dengan perlakuan pelindian (P0M1) akan menurunkan pH tanah, akibat dari oksidasi pirit yang menghasilkan ion sulfat dan H^{+} . Pelindian optimum untuk meningkatkan pH H_2O berdasarkan persamaan $y = -0,004x^2 + 0,035x + 3,428$ adalah lima kali, demikian halnya untuk peningkatan pH KCl dengan perlakuan tanpa

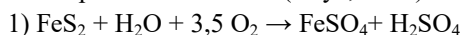
bakteri *T. ferrooxidans* sesuai persamaan $y = -0,005x^2 + 0,046x + 3,345$. Berdasarkan persamaan $y = -0,003x^2 + 0,038x + 3,299$, pemberian bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* memerlukan pelindian lebih intensif yaitu sekitar enam sampai tujuh kali untuk

mencapai pH maksimum (Gambar 2b).

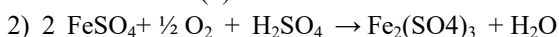
Bakteri *T. ferrooxidans* dapat mengoksidasi ferro sesuai persamaan berikut:



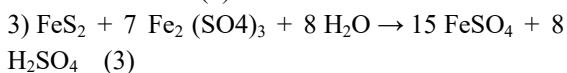
Bakteri pengoksidasi pirit (*Thiobacillus ferrooxidans*) juga mampu mengoksidasi pirit sesuai persamaan berikut (Boyd, 1982):



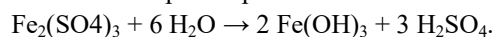
(1)



(2)



Produksi ferri sulfat dari ferro sulfat sangat besar karena proses pembentukannya dipercepat oleh aktivitas bakteri *T. ferrooxidans* (No. 2), dan pada kondisi yang masam reaksi pirit dengan ferri sulfat (No. 3) berlangsung sangat cepat. Ferri sulfat juga dapat terhidrolisis sehingga menambah kemasaman seperti diperlihatkan reaksi berikut:



Pemberian bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* mampu menurunkan konsentrasi Fe^{2+} . Hal ini dapat terlihat pada perlakuan tanpa pelindian dengan diberi bakteri pengoksidasi pirit (P0M1) terjadi penurunan konsentrasi Fe^{2+} dari 205,05 ppm menjadi 110,97 ppm (Gambar 5). *T. ferrooxidans* secara cepat menghasilkan Fe^{3+} (ferri) dari Fe^{2+} (ferro) dalam suasana masam. *T. ferrooxidans* mampu mengoksidasi Fe (II) menjadi Fe (III) dan mengoksidasi senyawa-senyawa belerang tereduksi serta memanfaatkan oksidasi ini sebagai sumber energinya (Schlegel, 1994)

Berdasarkan Gambar 5, pengaruh pelindian terhadap konsentrasi Fe^{2+} cenderung semakin meningkat dengan semakin meningkatnya intensitas pelindian. Lahan yang digunakan untuk penelitian merupakan lahan tipe B - C dan kedalaman air tanah pada awal – akhir penelitian selalu kering (oksidasi)

berkisar antara – 35 sampai -15,5 cm dan saat tanam tugal -13 cm dan diasumsikan bentuk besi yang dominan adalah Fe^{3+} , sehingga dengan pelindian justru meningkatkan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} sudah bisa terjadi pada Eh sekitar +360 mV (Reddy dan DeLaune, 2008). Pola konsentrasi Fe^{2+} cenderung lebih mendekati dengan pola tinggi muka air tanah. Konsentrasi Fe^{2+} semakin meningkat dengan tinggi muka air tanah semakin meningkat (mendekati permukaan). Kondisi ini menjelaskan bahwa proses oksidasi dan reduksi sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air tanah. Semakin meningkat kondisi reduksi, konsentrasi Fe^{2+} semakin meningkat. Pada kondisi tergenang besi ferro (Fe^{2+}) dalam tanah sulfat masam sering menimbulkan masalah (Noor, 2004). Kisaran kadar Fe^{2+} pada tanah sulfat masam tergenang (tereduksi) cukup lebar yaitu 0,07 sampai 6600 ppm Fe, yang tergantung dari pH, bahan organik, kadar dan reaktivitas Fe^{3+} (Ponnamperuma, 1977).

Varietas padi yang digunakan adalah Inpara 3. Akibat dari kondisi lahan yang kering pada saat tanam, penanaman dilakukan dengan sistem tugal. Pengaruh perlakuan sangat terlihat jelas, terutama intensitas pelindian. Perlakuan kontrol (tanpa dilindi) hampir semua tanaman mati, yang tumbuh hanya sekitar 20 – 25%. Lokasi penelitian secara alami tidak mendukung untuk pertumbuhan padi, akibat kemasaman yang tinggi serta kondisi hidrologis lahan yang sudah lebih mengarah ke tipologi C. Kemasaman lahan semakin meningkat pada kondisi kering, akibat kelarutan Al yang tinggi (Tabel 1).

Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman berbeda antara pada minggu pengamatan ke-3 dan ke-5 (Gambar 3). Pada 3 mst perlakuan terbaik ditunjukkan oleh perlakuan pelindian delapan kali dengan ditambah bakteri pengoksidasi pirit (P2M1). Namun pada pengamatan 5 mst, perlakuan pelindian delapan kali tanpa bakteri pengoksidasi pirit (P2M0) memberikan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman (Gambar 3b). Berdasarkan persamaan $y = -0,181x^2 + 3,152x + 19,75$, pelindian delapan kali tanpa bakteri pengoksidasi pirit efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, sedangkan dengan penambahan bakteri pengoksidasi pirit dengan pelindian sembilan kali sesuai persamaan $y = -0,132x^2 + 2,381x + 20,23$ (Gambar 3b). Pada 5

mst terjadi kenaikan tinggi muka air tanah dan diharapkan terjadi perbaikan pH tanah. Pengenangan akan menurunkan nilai potensial redoks dan meningkatkan pH tanah (Hennebert, 1995).

Pertanaman padi pada saat akhir fase vegetatif tidak menunjukkan keracunan Fe. Hal ini selain terlihat pada keragaan tanaman juga pada konsentrasi Fe baik pada akar maupun tajuk tanaman. Gejala keracunan besi pada tanaman padi terlihat dengan munculnya bercak coklat kecil pada daun bawah, yang dimulai pada ujung menyebar ke arah pangkal, apabila keracunan dalam kondisi parah maka seluruh daun berwarna coklat ungu (Yoshida, 1979). Perlakuan pelindian baik dengan diberi maupun tanpa bakteri *Thiobacillus* menurunkan serapan Fe pada akar dengan semakin meningkatkannya intensitas pelindian. Terhadap serapan Fe tajuk, peningkatan intensitas pelindian kurang nyata pengaruhnya. Pemberian bakteri *T. ferrooxidans* juga tidak berpengaruh terhadap serapan Fe pada tajuk padi.

Hasil padi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan pelindian selama delapan kali dan diberi bakteri *T. ferrooxidans* (P2M1) yang mampu meningkatkan hasil padi tiga kali lipat dibandingkan kontrol. Pelindian memegang peranan penting pada perbaikan kesuburan tanah sulfat masam aktual. Pelindian selain dapat mengurangi konsentrasi unsur meracun, juga dapat melindungi unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Subagyo et al., 1994). Teknik pelindian yang tepat baik itu waktu, intensitas, maupun air yang digunakan untuk melindungi sangat mempengaruhi hasil padi. Seperti dilaporkan oleh Alwi (2011) bahwa sumber air pelindian berpengaruh nyata terhadap hasil padi, dengan hasil terbaik menggunakan air gambut dan air hujan.

KESIMPULAN

Masalah utama lahan sulfat masam aktual yang diteliti adalah kemasaman yang sangat tinggi (pH H₂O sekitar 3,44), konsentrasi Al dan H tinggi. Pemberian bakteri pengoksidasi pirit dan pelindian 8 kali mampu memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Pelindian memegang peranan lebih penting dalam perbaikan

kesuburan dan peningkatan produktivitas lahan sulfat masam aktual dibandingkan pemberian bakteri pengoksidasi pirit. Terjadi peningkatan hasil padi melalui perlakuan pelindian 8 kali dibandingkan tanpa pelindian (kontrol) sampai 3 kali lebih tinggi, sedangkan pemberian bakteri pengoksidasi pirit pada intensitas pelindian yang sama terjadi peningkatan hasil hanya 8%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Makalah ini disusun dari hasil penelitian yang didanai oleh DIPA APBN Balittra tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, M., 2011. Inaktivasi pirit dan jarosit terlapuk melalui pelindian dan penggunaan biofilter di tanah sulfat masam. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Achmadi, J., Indrayati, L. dan Hairani, A. 2007. Pemanfaatan biofilter untuk memperbaiki Kualitas Air di Lahan Sulfat Masam Potensial Tipe Luapan B. 1-11. Dalam: A Markus, BH Prasetyo, Irawan, E Surmaini, Wahyunto, dan E Husen (Ed.) 2009. *Prosiding Seminar Nasional dan Dialog Sumberdaya Lahan Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Balittra, 2013. Penelitian Pemulihan Lahan Pasang Surut Bongkor Melalui Pemanfaatan Mikroba Tahan Masam dan Bahan Organik. Laporan Hasil Penelitian. 1-57. Litbang Pertanian. Banjarbaru.
- Beek, K.J., Blokhuis, W.A., Driessen, P.M., Breemen, N.V. and Pons, L.J., 1980. Problem Soils: Reclamation and Management. In: *Land Reclamation and Water Management*. ILRI Publ. 27. Wageningen. The Netherlands. pp. 43-72.
- Bosch, H.V., Ho Long Phi, Michaelsem and Nugoho, K., 1998. Evaluation of water management strategies for sustainable land use of acid sulphate soils in coastal low lands in the tropics. *Report 157*. DLO-Starting Centrum, Wageningen. The Netherlands. p. 177.
- Bosecker, K., 1997. Bioleaching: metal solubilization by microorganisms. *FEMS. Microbiology Reviews*, 20, pp. 591-604.
- Boul, S.W., Hole, F.D. and Mc Craken, R.J., 1980. *Soil Genesis and Classification*. The Iowa State University Press. p. 404
- Boyd, C.E., 1982. *Water Quality Management for Fish Pond Culture*. Elsevier Sci. Publication Co. Amsterdam. p. 318.
- Dent, D., 1986. Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development. ILRI Publ. No. 39 Wageningen. p. 204.
- Handayani, S., 1997. The immobilization of soluble metals by bacterial walls. *Medical Journal of Indonesia*, 3(1), pp. 31-36.
- Haris, A., Ciptodi, B. dan Erskini., 1994. Bioleaching: Kajian aspek teknik, teknologis dan prospek pengembangannya *Majalah BPPT*. LX, pp. 94-106.
- Hennebert, 1995. Soil properties and rice yield in Highland Marshes of Burundi. *African Crop Science Journal*, 3

- (4), pp. 457–467.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. and Williams, S.T., 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. Lippincott Williams & Wilkins. USA. ISBN 0-683-00603-7.787.
- Khairulah, I., 2007. Keunggulan dan Kekurangan Varietas Lokal Padi Pasang Surut Ditinjau dari Aspek Budi-daya dan Genetik. *Prosiding Seminar Nasional Petanian Lahan Rawa*. Buku I. Kuala Kapuas, 3-4 Agustus 2007. ISBN : 978-979-8253-63-8.
- Konsten, C.J.M. and Sarwani, M., 1992. Actual and potential acidity and related chemical characteristics of acid sulphate soils in Pulau Petak, Kalimantan In *Workshop on Acid Sulphate Soil in the Humid Tropic*. Bogor, Indonesia. pp. 51–69. 20-22 November 1992.
- Langenhoff, R., 1986. *Distribution, Mapping, Classification and Use of Acid Sulphate Soils in The Tropics: A Literature Study*. STIBOKA, Wageningen, The Netherlands. p.133.
- Maas, A., 1989. Genesis, classification and Reclamation of Potential Acid Sulfate Soils in South Kalimantan, Indonesia. *Dissertation*. Gent, Belgium.
- Mensvoort, M.E.F., 1996. Soil Knowledge for Famers, Farmer Knowledge for Soil Scientist: The Case of Soils in the Mekong Delta, Vietnam. *Dissertation*. Wageningen Agricultural University. 135 .
- Moses, C.O. and Hermann, J.S., 1991. Pyrite oxidation at circumneutral pH. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55, pp. 471–482.
- Noor, M., 2004. *Lahan Rawa.; Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta, pp. 241.
- Pathak, A., Dastidar, M.G. and Srekrishnan, T.R., 2009. Bioleaching of heavy metal from sewage sludge; A Review. *Journal of Environmental Management*. 90 (8), pp. 2343–2353.
- Ponnamperuma, F.N., 1984. Effects of Flooding on Soils. In: T. Kozlowski (Ed.) *Flooding and Plant Growth; Physical ecology*. A series monographs, text and treatises. pp.10 – 45. Academic Press Inc. Harcourt Brace Javanovich Publisher, USA.
- Ragusa, S. and Madgwick, I., 1990. Acidophilic, iron oxidizing bacteria in mineral leaching. *Australian Journal of Biotechnology*. 4(2), pp.109 –112.
- Robertson, L.A., and Kuenen, J.G., 2005. *Thiobacillus: Description and Significance*. <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/thiobacillus>. (Diakses 22 Desember 2013)
- Reddy, K.R. and Delaune, R.D., 2008. The Biogeochemistry of Wetland; Science and Application. CRC Press. New York.
- Seiler, E., 1992. Acid sulphate soils –their formation and agricultural use. *Natural & Resources & Development*. 35, pp. 92–110. Inst. for Sci Co-Tubingen.
- Subagyo, H. dan Widjaya-Adhi, I.P.G., 1998. Peluang dan kendala penggunaan lahan rawa untuk pengembangan pertanian di Indonesia, kasus: Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah. *Makalah Utama Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Subagyo, K.H., Suwardjo, Abas, A. dan Widjaya-Adhi, I.P.G., 1994. Pengaruh pelindian, kapur dan pemupukan K terhadap sifat kimia tanah, kualitas air dan hasil padi pada lahan sulfat masam, kualitas air dan hasil padi pada lahan sulfat masam di Unit Tatas, Kalimantan Tengah. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk*, 12, pp. 35–47.
- Schlegel, H.G. and Schmidt, K., 1994. *Mikrobiologi Umum*. Terjemahan R.M. Baskoro. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Van Bremen, N., 1993. Environmental aspect of acid sulphate soil. In: Dent, D. L. and M. E.F. van mensvoort (ed.) *Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils*. Vietnam, March 1992. pp. 391–402.
- Van Mensvoort, M.E.F. and Dent, D.I., 1998. Acid Sulphate Soil. 301–337. In: Lal, R., Blum, W.H., Valentine, C. and Steward, B.A. ed. *Method for Assessment of Soil Degradation*. Florida. CRC Press LLC.
- Widjaya-Adhi, I.P.G., Nugroho, K., Ardi D. dan Karama, A.S., 1992. Sumber Daya Lahan Rawa: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Dalam: Partohardjono, S. dan Syam, M. eds. 1992. Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. *Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa*, Cisarua 3-4 Maret. Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan.
- Widjaya Adhi, I.P.G., 1986. *Pengelolaan Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak*. J. Litbang Pertanian 5. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Wood, D. and Rawlings. D.E., 1989. Bacterial Leaching and Biomining. In J. L. Mark. ed. *A Revolution in Biotechnology*. Cambridge. ISCU. New York.
- Yoshida, S., 1981. *Fundamentals of rice crops science*. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.

INDEKS PENGARANG

A

Abimanyu, A.A., 65
Adie, .M.M., 241
Agusta, A., 31
Agustiyani, D., 205
Andayani, D., 225
Antonius, S., 205
Amelia, M., 323
Aslianti, T., 9
Atikah, T.D., 335

B

Basuki, T., 21

D

Diana, N. E., 147
Djumali, 21, 147
Dwiyanti, D., 123

E

Efendy, O., 31
Ernawati, Y., 39

F

Febrianti, R., 65
Firmansyah, M.A., 103

G

Garsetiasih, R., 49

H

Hadiyanti, N., 135
Herawati, N., 91

I

Indriyani, S., 123

J

Jamaris, Z., 9

K

Koesrini, 265
Krisnawati, A., 241
Kusumawati, D., 9
Kusmini, I.I., 195
Kusumawati, A., 91
Kuswantoro, F., 283

L

Laili, N., 205
Lestari, P., 183
Lekatompessy, S.J.R., 273
Liana, T., 103
Lugrayasa, I.N., 283

M

Maftu'ah, E., 253
Mastur, 215
Mulyaningsih, S., 21
Mulyaningrum, S.R.H., 299
Muntadliroh, 283

N

Nugroho, K., 183
Nugroho, E., 85
Nurainas, 175
Nurtjahya, E., 255

P

Pardono, 135
Purwaningsih, 335
Putri, F.P., 195
Putera, S., 85

R

Radona, R., 157
Rachman, F., 273
Rahardjo, M.F., 39
Rahmaida, R., 323
Rahayu, W., 103
Rianti, A., 49
Rijzaani, H., 183
Royyani, M.F., 1, 31
Rustiami, H., 225

S

Sadili, A., 1
Santoso, A., 91
Septiana, E., 273
Setyowati, M., 215
Sihotang, V.B.L., 31
Simanjuntak, P., 273
Subositi, D., 115
Subagja, J., 157, 195
Sujarwo, W., 283
Sularto, 65
Suharyanto, 65
Sukiman, H.I., 273
Supriyadi, 135, 147
Susilawati, A., 253
Susilowati, D.N., 215
Syamsuardi, 175
Suwoyo, H.S., 299
Syah, R., 299

T

Takandjandji, M., 49
Tampubolon, P.A.R.P., 39
Terryana, RT., 183
Triana, E., 77
Tribudiarti, M., 175
Trimanto, 123

W

Wardani, W., 313
Widodo, H., 115

Z

Zein, M.S.A., 165

INDEKS SUBJEK

A

Adaptasi, 265,266,270,271,272
Akar adventif, 313,314,315,316,317,319,320
Aktivitas denitrifikasi, 205,206,207,208,209,212,213
Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.), 115
Analisis lintasan, 215,216,218,219,220
Anatomi, 123,124,125,130,132
Ampas tahu,
299,300,301,302,303,306,307,310,311,312

B

Barbonymus, 195
Barkoding DNA, 165,166
Belitung, 225,26,227,228,230,232,234,238,239
Bengkuang 241,242,243,246,247,248,249,250,251
Berat, 195,196,197,198,200,201,202
Bioleching, 253, 254
Buah lokal, 283,295
Bumbu masak, 283,284,286,287,289,280,293,296

C

Cabai, 183,184,185,186,187,188,189,191,192
Ciplukan, 135
Curcuma, 123,124,125,130, 131, 132
Curcuma longa, 273,274,271
Cyathea contaminans 313,321

D

Daucus carota L., 103
Database, 115,116
Dataran rendah, 103,104,105,113
Diversitas floristik, 335

F

Famili accipitridae. 165,166,167,168,169
Favonoid 135,136,137,142,143,144,145
Fekunditas 195,196,197,198,200,201
Fenotip 215,216,217,218,219
Frekuensi pakan, 157,159,161,162

G

Gas N₂O, 205,206,207,209,212,213
Glikosilasi, 91,92,95,97,98,100
Gunung Keneng, 335,336,33,338,339,348
Gunung Payung. 335,336,337,338,343,348,340,341

I

Identifikasi molekuler 273,275,276
Ikan nila, 299,300,301,302,303,305,306,307,
308,309,310,311,312
Indonesia, 195
Indonesia, 322,323,324,325,326,327,332
Inpara, 265,266,267,268,269,270,271,272
Inter Simple Sequence Repeats (ISSR) 115,116

K

Kacang tunggak, 215,216,217,218,219,220
Kajian entobotani, 175
Kapang endofit, 273,274,275,276,279,280,281
Kerajaan Rokan, 175,177,178
Karakter sekunder, 215,216,218,219,220
Keanekaragaman, 225,238,239
Keanekaragaman hayati, 322,232,332
Kearifan lokal, 283
Keragaman, 135,136,137,138,141,143,144,145
Keragaman genetik, 115,116,120,121
Keragaman Genetik 183,184,186,187,188,189,192
Kerapatan populasi, 313,314,316,320
Kolaborasi, 322,323,325,326,327,329,331
Kutipan, 322,323,324,325,326,327,329,331

L

Laju perkecambahan, 241, 244, 246, 247, 249,250
Lahan kering 147,148,150,151,152,153
Lahan rawa 265,266,268,270,271,272

M

Marka SSR, 183,184,185,186,187,188,189,191,192
Masakan tradisional, 175,176,178,181
Morfologi, 123,124,125,130,132
Morfologi, 135,136,137,141,143,144,145

N

NrS, 205,206,207,209,211,213
NosZ 205,206,207,209,211,213

P

Pachyrhizus erosus, 241, 251
Padi 253,254,255,257,258,259,260,261,262,263,264
Pakan, 299,300,301,302,303,306,307,308,309,310,311,312
Pakis pohon, 313,314,315,316,319

INDEKS SUBJEK

Paket pemupukan, 103,104,107,109,111,113
Palem, 225,226,230, 234,236,238
Panjang,195,196,197,198,200,201,202
Pasir Ipis, 335,336,337,338,339,340,341,343
Penicillium sp., 273,277,279,280,281
Pertumbuhan, 157,158,159,160, 161,162,163
Pertumbuhan 299,300,301,302,303,306,307,308,309,
310,311,312
Pichia pastoris, 91,92,100
Polimerisasi hem, 273,274,275,276,278,280,281
Potensi tumbuh maksimal, 241
Profitabilitas. 157,158,161,162,163
Pulau Mendanau, 225,226,227,228,238
Produksi, 147,148,149,150,151
Produktivitas lahan, 253, 254,263
Profil protein total, 135,136,137,141,144
Promoter AOX 91,94
Pupuk, 147,148,149,150,151,152,153,154,155
Publikasi ilmiah, 322,323,324,325,326,327,331

R

Rempah, 175,176,177,178,179,180,181
Rimpang, 123,124,125,130, 131, 132

S

Sayur lokal, 283
Scopus, 322,323,324
Sintasan, 157,158,159,160, 161,162,163
Sistem ekspresi, 91,92
Sitokrom c oksidase subunit I (COI), 165,166,167,168,
169,170,172
Struktur hutan, 335,339,343
Sulfat masam aktual, 253, 254, 256, 260,263

T

Tabanan 283,284,286,290,291,293,296
Tanah lempung liat berpasir 103,104,113
Tebu, 147,148,149,150,151,152,153,154,155
Tengadak, 195,196,197,198,199,200,201,202
Tor tambroides, 157,158,159,160, 161,162

U

Umur masak polong, 241,242,243, 244,250
use value. 175,176,179,180

V

vegetasi, 335,336,337,348,349
Vektor, 91,92,93,94,95

Z

Zingiberaceae 123,132

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput harus menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)

Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up to date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.

2. Komunikasi pendek (*short communication*)

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.

3. Tinjauan kembali (*review*)

Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

1. Bahasa

Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.

2. Judul

Judul diberikan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul ditulis dalam huruf tegak kecuali untuk nama ilmiah yang menggunakan bahasa latin. Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah dengan diikuti oleh nama serta alamat surat menyurat penulis dan alamat email. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).

3. Abstrak

Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam Bahasa Inggris merupakan terjemahan dari Bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.

4. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Perlu disebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

5. Bahan dan cara kerja

Bahan dan cara kerja berisi informasi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasinya dan apabila ada modifikasi maka harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan hal apa yang dimodifikasi.

6. Hasil

Hasil memuat data ataupun informasi utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada suatu tabel/grafik/diagram atau gambar, maka hasil yang terdapat pada bagian tersebut dapat diuraikan dengan jelas dengan tidak menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata maka harus menyertakan pula standar deviasinya.

7. Pembahasan

Pembahasan bukan merupakan pengulangan dari hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan studi terdahulu.

8. Kesimpulan

Kesimpulan berisi informasi yang menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, implikasi dari hasil penelitian dan penelitian berikutnya yang bisa dilakukan.

9. Ucapan terima kasih

Bagian ini berisi ucapan terima kasih kepada suatu instansi jika penelitian ini didanai atau didukung oleh instansi tersebut, ataupun kepada pihak yang membantu langsung penelitian atau penulisan artikel ini.

10. Daftar pustaka

Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review*. Apabila harus menyitir dari "laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan '*unpublished*' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers* dan penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

- Naskah diketik dengan menggunakan program Microsoft Word, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak spasi tunggal. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
- Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan Bahasa Indonesia, angka desimal ditulis dengan menggunakan koma (,) dan ditulis dengan menggunakan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5 cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
- Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
- Nama takson dan kategori taksonomi ditulis dengan merujuk kepada aturan standar yang diakui. Untuk tumbuhan menggunakan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan menggunakan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
- Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
- Untuk range angka menggunakan en dash (–), contohnya pp.1565–1569, jumlah anakan berkisar 7–8 ekor. Untuk penggabungan kata menggunakan hyphen (-), contohnya: masing-masing.
- Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
- Tabel
Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah.

8. **Gambar**
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul gambar ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi, untuk *line drawing* minimal 600dpi.
9. **Daftar Pustaka**
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995). Jika sitasi beruntun maka dimulai dari tahun yang paling tua, jika tahun sama maka dari nama penulis sesuai urutan abjad. Contoh: (Anderson, 2000; Agusta *et al.*, 2005; Danar, 2005). Penulisan daftar pustaka, sebagai berikut:
 - a. **Jurnal**
Nama jurnal ditulis lengkap.
Agusta, A., Maehara, S., Ohashi, K., Simanjuntak, P. and Shibuya, H., 2005. Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by the endophytic fungus *Diaporthe* sp. isolated from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(12), pp.1565–1569.
 - b. **Buku**
Anderson, R.C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates, Their Development and Transmission*. 2nd ed. CABI Publishing, New York. pp. 650.
 - c. **Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.**
Kurata, H., El-Samad, H., Yi, T.M., Khammash, M. and Doyle, J., 2001. Feedback Regulation of the Heat Shock Response in *Eschericia coli*. *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*. Orlando, USA pp. 837–842.
 - d. **Makalah sebagai bagian dari buku**
Sausan, D., 2014. Keanekaragaman Jamur di Hutan Kabungolor, Tau Lumbis Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Dalam: Irham, M. & Dewi, K. eds. *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*. pp. 47–58. PT. Eaststar Adhi Citra. Jakarta.
 - e. **Thesis, skripsi dan disertasi**
Sundari, S., 2012. Soil Respiration and Dissolved Organic Carbon Efflux in Tropical Peatlands. *Dissertation*. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo. Japan.
 - f. **Artikel online.**
Artikel yang diunduh secara online ditulis dengan mengikuti format yang berlaku untuk jurnal, buku ataupun thesis dengan dilengkapi alamat situs dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review misalnya laporan perjalanan maupun artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Himman, L.M., 2002. A Moral Change: Business Ethics After Enron. San Diego University Publication. <http://ethics.sandiego.edu/LMH/oped/Enron/index.asp>. (accessed 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa inggris atau (diakses 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa indonesia

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan tidak sedang diterbitkan di tempat lain serta bebas dari konflik kepentingan.

Penelitian yang melibatkan hewan

Setiap penulis yang penelitiannya melibatkan hewan (terutama mamalia) sebagai obyek percobaan/penelitian, wajib menyertakan 'ethical clearance approval' terkait animal welfare yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah yang dipublikasi pada edisi tersebut. Oleh karena itu, setiap naskah yang ada ilustrasinya diharapkan dapat mengirimkan ilustrasi atau foto dengan kualitas gambar yang baik dengan disertai keterangan singkat ilustrasi atau foto dan nama pembuat ilustrasi atau pembuat foto.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke penulis dan penulis diwajibkan untuk membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah proofs harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Naskah cetak

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan *reprint*. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*

Pengiriman naskah

Naskah dikirim secara online ke website berita biologi: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi

Alamat kontak

Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067, Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066,
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id atau
jurnalberitabiologi@gmail.com

BERITA BIOLOGI

Vol. 17 (3)

Isi (*Content*)

Desember 2018

P-ISSN 0126-1754

E-ISSN 2337-8751

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

KEANEKARAGAMAN PALEM DI PULAU MENDANAU, BELITUNG [Palms Diversity in Mendanau Island, Belitung]

Deri Andayani, Eddy Nurtjahya dan Himmah Rustiami 225 – 239

PENGARUH UMUR MASAK POLONG TERHADAP VIABILITAS DAN VIGOR BENIH BEBERAPA AKSESI BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus*) [The Effect of Pod Maturity to Seed Viability and Vigor of Several Yam Bean Accessions]

Ayda Krisnawati dan M. Muchlish Adie 241 – 251

BIOLEACHING UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LAHAN SULFAT MASAM AKTUAL UNTUK TANAMAN PADI [Bioleaching to Improve Productivity Actual of Acid Sulfate Soil for Rice Crop]

Eni Maftu'ah dan Ani Susilawati 253 – 264

ADAPTASI DAN KERAGAAN HASIL PADI VARIETAS INPARA DI LAHAN RAWA [Adaptation and Yield Performance of Inpara Rice of Varieties on Swamp Lands]

Koesrini 265 – 272

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KAPANG ENDOFIT ASAL AKAR TANAMAN KUNYIT (*Curcuma longa*) SEBAGAI ANTIMALARIA [Isolation and Identification of Endophytic Fungi from Turmeric Plant (*Curcuma longa*) Root as Antimalarial]

Eris Septiana, Fauzy Rachman, Sylvia J.R. Lekatompessy, Harmastini I. Sukiman dan Partomuan Simanjuntak 273 – 282

STUDI ETNOBOTANI TIGA PASAR TRADISIONAL DI KABUPATEN TABANAN BALI [Etnobotanical Study of Three Traditional Markets in Tabanan Regency Bali]

Wawan Sujarwo, I Nyoman Lugrayasa dan Farid Kuswantoro 283– 297

PERTUMBUHAN, SINTASAN, DAN PRODUKSI IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*) YANG DIBERI KOMBINASI PAKAN KOMERSIL DAN AMPAS TAHU HASIL FERMENTASI [Growth, survival rate, and production of red Tilapia *Oreochromis niloticus* fed combination of commercial feed and fermented tofu waste]

Hidayat Suryanto Suwoyo, Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum dan Rachman Syah 299– 312

KAJIAN POTENSI PRODUKSI AKAR ADVENTIF PAKIS POHON *Cyathea contaminans* (CYATHEACEAE) DI JAWA BARAT DAN SUMATERA UTARA [Study on Production Potential of Adventitious Root of the Scaly Tree Fern *Cyathea contaminans* (Cyatheaceae) in West Java and Nort Sumatra]

Wita Wardani 313 – 321

PENGARUH KOLABORASI TERHADAP KUALITAS PUBLIKASI PENELITIAN KEANEKARAGAMAN HAYATI INDONESIA BERDASARKAN BASIS DATA SCOPUS (1990-2012) [Impact of Collaboration on Quality of Publications in Biodiversity Research from Indonesian Researchers based on Scopus Database (1990-2012)]

Rizka Rahmaida dan Mia Amelia 323 – 334

DIVERSITAS FLORISTIK DAN STRUKTUR VEGETASI DI HUTAN GUNUNG PAYUNG, TAMAN NASIONAL UJUNG KULON [Floristic Diversity and Vegetation Structure in Mount Payung Forests, Ujung Kulon National Park]

Purwaningsih dan Tika D. Atikah 335 – 349