

Pengkayaan Tanah Bekas Tambang Emas dengan Penambahan Lumpur IPAM sebagai Media Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea* L.)

Nuraini¹, Riza Linda¹, Gusrizal²

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,

²Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak,

email korespondensi: nuraini.bio0708@gmail.com

Abstract

Soil of former gold mine requires soil quality improvement through increasing organic matter compound that may be sourced from the sludge of water treatment plant (IPAM). IPAM sludge which a by-product of water treatment from Kapuas river contains humic substance. The research aimed to discover the effects of former gold mine soil improved by IPAM sludge addition on mustard (*Brassica juncea* L.) growth. The research was conducted from August to October 2013. The research used Completely Randomized Design which consists of five planting media combination with five replications following replacement series method. The planting media combinations used are : Treatment A (0 % IPAM sludge : 100% former gold mine soil), Treatment B (20 % IPAM sludge : 80% former gold mine soil), Treatment C (40 % IPAM sludge : 60% former gold mine soil), Treatment D (60 % IPAM sludge : 40% former gold mine soil) and Treatment E (80 % IPAM sludge : 20% former gold mine soil). The results showed that the combination of 60% IPAM sludge: 40% former gold mine soil media significantly affecting the growth parameters of mustard, which are: up to 397.80 cm² leaves area growth, 35.12 g wet mass and 0.42 g dry mass.

Keywords: former gold mine soil, IPAM sludge, humic substance, *Brassica juncea* L.

PENDAHULUAN

Penambangan emas rakyat yang tidak terorganisasi dan dilakukan tanpa ijin di Kalimantan Barat dikenal dengan Penambangan Emas Tanpa Ijin (PETI). Menurut data Dinas Pertambangan dan Energi (2012), luas area PETI Kalimantan Barat mencapai 4.922,3 hektar. Daerah yang memiliki kegiatan PETI terluas terdapat di Kabupaten Landak yaitu 1.110 hektar, 717 hektar diantaranya terdapat di Kecamatan Mandor. Kegiatan penambangan emas memberikan dampak negatif dengan terbentuknya lahan kritis berupa tanah bekas tambang emas yang tidak dapat berfungsi dengan baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Langkah awal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah bekas tambang emas adalah dengan meningkatkan kadar bahan organik tanah (Hadi dan Sudiharto, 2004). Sejumlah bahan organik telah dicobakan pada media tanah bekas tambang emas, diantaranya penambahan asam fulvat dari tanah gambut dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (Syarif dkk, 2008).

Pemberian asam humat dan kompos aktif juga telah dicobakan dan terbukti meningkatkan pertumbuhan semai sengon buto dan rasamala (Fauziah, 2009).

Lumpur dari Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) di Pontianak dapat digunakan sebagai sumber bahan organik. Lumpur IPAM yang berasal dari produk samping pengolahan air Sungai Kapuas mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi yang berasal dari hasil pencucian lahan gambut. Menurut Gusrizal dan Alimuddin (2011), air sungai Kapuas sebagai sumber air baku pada IPAM di Pontianak mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi yaitu berkisar antara 13,3-73,8 mg/L dengan nilai rata-rata 31,8 mg/L. Bahan organik tersebut didominasi oleh zat humat. Pada IPAM, zat humat ini akan terendapkan melalui proses koagulasi dan flokulasi dan dibuang sebagai lumpur.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, zat humat mampu memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah dengan cara mempengaruhi penyerapan unsur hara

seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan sulfur (S) (Trevisan *et al.*, 2010). Aktivitas biologi dari zat humat menunjukkan bahwa zat humat berperan dalam proses metabolisme, respirasi dan sintesis protein pada tanaman (Nardi *et al.*, 2002). Zat humat juga merangsang pertumbuhan bagian-bagian tanaman dan meningkatkan biomassa total tanaman (Chen *et al.*, 2001).

Pada penelitian ini dilakukan penambahan lumpur IPAM yang diharapkan dapat memperbaiki sifat tanah bekas tambang emas. Pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) sebagai parameter perbaikan sifat tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengkayaan tanah bekas tambang emas dengan penambahan lumpur IPAM terhadap pertumbuhan sawi (*B.juncea*).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian berlangsung selama 3 bulan, dimulai dari bulan Agustus-Oktober 2013. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kasa Laboratorium Agronomi, Fakultas Pertanian, serta di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan terdiri atas lima kombinasi media tanam dengan ulangan sebanyak lima kali. Kombinasi media tanam mengikuti metode replacement series, dengan kombinasi sebagai berikut : Perlakuan A (0% lumpur IPAM: 100% tanah bekas tambang emas), perlakuan B (20% lumpur IPAM : 80% tanah bekas tambang emas), perlakuan C (40% lumpur IPAM : 60% tanah bekas tambang emas), perlakuan D (60% lumpur IPAM : 40% tanah bekas tambang emas) dan perlakuan E (80% lumpur IPAM : 20% tanah bekas tambang emas).

Cara Kerja

Persemaian

Benih sawi (*B. juncea*) yang telah diseleksi selanjutnya disemai pada media berupa tanah, pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1:1. Media semai disiram terlebih dahulu hingga lembab, lalu disebarkan benih sawi. Penyiraman dilakukan setiap hari (pagi dan sore). Setelah benih tumbuh dan memiliki empat helai daun (dua minggu), maka benih tersebut siap digunakan sebagai unit percobaan.

Persiapan Media Tanam

a. Pengambilan tanah

Tanah bekas tambang emas diambil sampai pada kedalaman ± 20 cm dari permukaan tanah. Tanah diambil di beberapa titik, selanjutnya tanah dikompositkan dan dibersihkan dari kotoran-kotoran seperti kerikil, batu dan ranting kering. Tanah kemudian diayak dengan ayakan kawat berukuran 2 x 2 mm untuk memperoleh ukuran tanah yang seragam. Tanah sebanyak 5 kg BKM (berat keseluruhan media)/ polibag dan selanjutnya dimasukkan ke dalam polibag berukuran 30x40 cm.

b. Pengambilan lumpur

Lumpur (*sludge*) diperoleh dari bak sedimentasi IPAM. Lumpur dikeringkan dengan cara dibiarkan di udara terbuka (dikeringanginkan). Lumpur yang telah kering selanjutnya ditumbuk lalu diayak dengan ayakan kawat ukuran 2 x 2 mm.

c. Persiapan media

Media yang digunakan adalah campuran antara tanah bekas tambang emas dan lumpur IPAM. Banyaknya lumpur kering yang digunakan sesuai dengan perlakuan dihitung dari jumlah media tanahnya dalam polibag (5 kg berat keseluruhan media ((BKM) / polibag). Media dibuat dengan cara mencampurkan tanah bekas tambang emas dan lumpur IPAM hingga tercampur rata, kemudian ditambahkan kapur dolomit sebanyak 18 g ke dalam masing-masing campuran dan diaduk kembali. Media ditempatkan dalam polibag ukuran 30 x 40 cm. Campuran media tersebut diletakkan di rumah kaca dan diinkubasi selama dua minggu.

Pemupukan

Pemupukan dilakukan tiga hari sebelum penanaman dengan pemberian urea, SP-36, dan KCl masing-masing sebanyak 3 g, 1,5 g, dan 1 g ke dalam masing-masing polibag. Pemupukan tambahan diberikan setiap minggunya setelah satu minggu tanam dengan 1,5 g urea pada masing-masing polibag.

Penanaman

Bibit sawi (*B. juncea*) yang telah tumbuh selanjutnya dipindahkan ke dalam polibag perlakuan.

Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman sawi (*B. juncea*) meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama. Penyiraman dilakukan dua kali sehari, yaitu pagi (pukul 06.00-07.00 WIB) dan sore (pukul 17.00-18.00 WIB). Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma-gulma yang tumbuh di sekitar tanaman. Pengendalian hama dengan

menyemprotkan pestisida dilakukan apabila terdapat gejala serangan pada salah satu tanaman.

Panen

Pemanenan tanaman sawi (*B. juncea*) dilakukan pada saat salah satu tanaman uji telah mulai berbunga. Pemanenan dilakukan secara serentak pada seluruh tanaman. Seluruh tanaman dicabut dari media tanam, kemudian akar tanaman dibersihkan dari kotoran yang menempel.

Parameter Pengamatan

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati yaitu luas daun (cm²), jumlah daun (helai), berat basah (g) dan berat kering (g). Pengamatan terhadap parameter lingkungan seperti suhu udara dan kelembaban udara dilakukan setiap minggu pada pagi, siang dan sore hari.

Analisa Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) menggunakan program SPSS 18. Hasil uji ANOVA yang berbeda nyata diuji lanjut menggunakan Uji Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penambahan lumpur IPAM pada tanah bekas tambang emas dengan konsentrasi yang berbeda, menunjukkan adanya pengaruh terhadap pertumbuhan sawi (Tabel 1). Hasil uji ANOVA meunjukkan bahwa penambahan lumpur IPAM pada tanah bekas tambang emas berbeda nyata terhadap luas daun ($F_{4,20} = 2,87, p = 0,003$; ANOVA), berat basah ($F_{4,20} = 2,87, p = 0,003$; ANOVA) dan berat kering ($F_{4,20} = 2,87, p = 0,001$; ANOVA). Hasil pengamatan terhadap luas daun menunjukkan bahwa luas daun tertinggi terdapat pada perlakuan D (60% lumpur IPAM : 40% tanah bekas tambang emas), yaitu sebesar 397,80 cm² dan terendah terdapat pada perlakuan A (0% lumpur IPAM : 100% tanah bekas tambang emas) sebesar 263,00 cm². Hasil pengamatan terhadap berat basah dan berat kering tanaman menunjukkan bahwa berat basah dan berat kering tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu, 35,12 g dan 0,42 g dan terendah ditunjukkan oleh perlakuan A yaitu 13,15 g dan 0,04 g.

Tabel 1 Nilai rerata luas daun, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman sawi

Perlakuan	Luas daun (cm ²)	Jumlah daun (helai)	Berat Basah (g)	Berat Kering* (g)
A	181,00 ^a	9,80	13,15 ^a	0,04 ^a
B	233,20 ^a	10,60	19,85 ^a	0,20 ^b
C	270,40 ^a	11,40	21,12 ^a	0,24 ^b
D	397,80 ^b	12,60	35,12 ^b	0,42 ^c
E	263,00 ^a	11,20	21,77 ^a	0,23 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

*: Data diuji setelah ditransformasi logaritma

Tabel 2. Karakteristik Tanah Bekas Tambang Emas dan Lumpur IPAM

Karakteristik tanah	Satuan	Tanah bekas tambang emas	Lumpur IPAM
Sifat fisik			
Pasir	%	90,98	0,00
Debu	%	9,02	91,01
Liat	%	0,00	8,99
Sifat kimia			
C-organik	%	0,05	8,61
N total	%	0,02	0,49
P	Ppm	9,04	57,47
K	me/100 g	0,05	0,42
pH		4,77	4,60

Tabel 2 menunjukkan bahwa tanah bekas tambang emas memiliki tekstur dominan berupa pasir (90,98%) dengan tingkat kesuburan yang cukup rendah. Hal ini ditunjukkan oleh kandungan bahan organik (C-organik) yang sangat rendah (0,05%), N-total yang sangat rendah (0,02%), P sedang (9,04 ppm), K sangat rendah (0,05 me/100 g) dan pH asam (4,77). Lumpur IPAM memiliki tekstur berupa debu dengan kandungan bahan organik yang sangat tinggi (8,61%), memiliki unsur hara P (57,47 ppm) yang tergolong sangat tinggi, dan unsur hara N (0,49%) dan K (0,42) yang tergolong sedang, dengan pH asam (4,60).

Pembahasan

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan ANAVA terlihat bahwa penambahan lumpur IPAM pada tanah bekas tambang emas berpengaruh nyata terhadap luas daun, berat basah dan berat kering sawi. Pada Tabel 1, luas daun, berat basah dan berat kering tertinggi terdapat pada perlakuan D dengan kombinasi media tanam 60% lumpur IPAM : 40% tanah bekas tambang emas. Sebaliknya luas daun, berat basah, dan berat kering terendah terdapat pada perlakuan A tanpa penambahan lumpur.

Penambahan 60% lumpur pada tanah bekas tambang emas dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia media tanah bekas tambang emas. Lumpur IPAM mengandung 91,01% debu (Tabel 2) Menurut Hanafiah (2004), tanah dengan tekstur debu membentuk pori-pori meso sehingga menghasilkan daya ikat air yang cukup kuat. Tekstur dari lumpur tersebut memperbaiki sifat tanah bekas tambang emas yang memiliki porositas yang tinggi (pori makro) sehingga sulit untuk menahan air dan unsur hara. Lumpur IPAM juga menyediakan bahan organik serta unsur hara N, P, dan K. Kombinasi media tanam dengan 60% lumpur IPAM : 40% tanah bekas tambang emas telah cukup mendukung dalam perbaikan sifat fisik dan kimia media tanah bekas tambang emas dan menghasilkan peningkatan secara nyata pada luas daun, berat basah dan berat kering.

Luas daun pada perlakuan D dengan penambahan lumpur 60% mencapai luas daun tertinggi yaitu 397,80 cm², sedangkan tanpa penambahan lumpur pada perlakuan A, luas daun hanya 181,00 cm² (tabel 1). Kondisi ini disebabkan ketersediaan unsur hara pada lumpur IPAM yang mengandung unsur N (0,49%), P (57,47 ppm) dan K (0,42 me/100 g) yang mempengaruhi proses metabolisme tanaman, sehingga luas daun mengalami peningkatan. Nitrogen merupakan unsur penyusun asam amino yang berperan dalam pembelahan sel, sintesis protein, memproduksi enzim dan memiliki peran penting proses metabolisme pada tanaman. Peningkatan ukuran luas daun dipengaruhi oleh ketersediaan unsur N (Tucker, 1999). Unsur P juga turut berperan dalam penambahan luas daun. Chakwizira *et al.* (2009) telah membuktikan bahwa luas area daun tanaman *Brassica campestris x B. napus* meningkat seiring dengan penyerapan P pada tanaman. Fosfor merupakan salah satu unsur penting pembentuk asam nukleat, fosfolipid, koenzim, dan unsur penyusun ATP. Fosfor juga berperan dalam meningkatkan proses metabolisme seperti fotosintesis (Tucker, 1999). Kalium juga turut berperan meningkatkan luas

daun pada penelitian ini, karena merupakan unsur yang mempengaruhi mekanisme proses membuka dan menutupnya stomata sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung lebih baik (Aminuddin *et al.*, 2006). Apabila proses fotosintesis berlangsung dengan baik, maka akan meningkatkan pertumbuhan luas daun. Kalium berperan sebagai aktivator enzim-enzim esensial dalam reaksi-reaksi fotosintesis dan respirasi (Lakitan, 1993).

Pertumbuhan tanaman juga dapat diukur dari penambahan biomassa tanaman. Uji statistik menunjukkan penambahan berat basah dan berat kering pada perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan D menghasilkan rerata berat basah tertinggi 35,12 g dan berat kering tertinggi 0,42 g (Tabel 1).

Berat basah dan berat kering tanaman berhubungan erat dengan penyerapan air dan unsur hara dari dalam tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyerapan unsur hara pada tanaman dengan perlakuan D mencapai keadaan yang maksimal, sehingga berat kering dan berat basahnya meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh Szczerba *et al.* (2009) membuktikan bahwa penyerapan unsur hara K oleh akar selain mempengaruhi berat basah tanaman, juga mempengaruhi 10% dari total berat kering tanaman. Penyerapan unsur hara yang cukup akan menunjang penambahan luas daun, sehingga meningkatkan efisiensi tiap satuan luas daun untuk melakukan fotosintesis. Kedua hal tersebut mempengaruhi penambahan berat basah dan berat kering tanaman (Fisher and Goldsworthy, 1985).

Berat kering mencerminkan adanya akumulasi penyerapan bahan organik dan unsur hara yang dihasilkan saat fotosintesis oleh tanaman sawi. Fitter dan Hay (1981), menyatakan bahwa 90% berat kering tanaman berasal dari hasil fotosintesis. Semakin tinggi berat kering tanaman yang dihasilkan, menandakan bahwa unsur hara yang diserap semakin banyak dan pertumbuhan tanaman semakin baik.

Penambahan luas daun, berat basah dan berat kering tanaman pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik berupa zat humat yang berasal dari lumpur IPAM dalam memperbaiki kualitas tanah bekas tambang emas. Lumpur IPAM merupakan hasil dari koagulasi bahan organik yang banyak terkandung pada air sungai. Penelitian yang dilakukan oleh Gusrizal dan Alimuddin (2011) menjelaskan bahwa air sungai didominasi oleh kandungan zat humat.

Zat humat turut berperan dalam memperbaiki sifat tanah. Pada penelitian ini, sifat tanah bekas tambang emas yang berpasir, setelah ditambah dengan lumpur IPAM menjadi bertekstur lebih gembur. Hal ini dikarenakan, penambahan lumpur IPAM yang mengandung bahan organik berupa zat humat dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, sehingga penyerapan unsur hara N, P dan K dapat berlangsung maksimal. Kemampuan zat humat dalam meningkatkan KTK tanah terkait dengan keberadaan gugus-gugus fungsi yang terapat dalam zat humat seperti gugus karboksilat (-COOH) dan hidroksil (-OH) yang memiliki kation H^+ yang dapat dipertukarkan dengan mudah dengan kation-kation yang dibutuhkan tanaman, seperti ammonium (NH_4^+) atau kalium (K^+). Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Szczerki *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa penambahan zat humat pada tanah bekas tambang emas merupakan upaya reklamasi tanah. Hal tersebut dikarenakan zat humat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah bekas tambang emas, dengan cara meningkatkan KTK tanah. Apabila KTK tanah meningkat, maka dapat mempermudah penyerapan unsur hara makro bagi pertumbuhan tanaman (Chen and Aviad, 1990).

Kemampuan zat humat meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Schmidt *et al.* (2005) dalam Trevisan *et al.* (2010). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa zat humat memberikan efek seperti hormon auksin dalam meningkatkan pembentukan rambut akar dan pertumbuhan akar lateral. Aktivitas ini terkait dengan peran zat humat dalam mengoptimalkan aktivitas enzim $H^+ATPase$. Enzim $H^+ATPase$ dapat melepaskan H^+ keluar dari membran sel. Ion H^+ ini kemudian masuk ke jalur apoplas sehingga membuat apoplas menjadi asam. Kondisi asam mengakibatkan terurainya ikatan selulosa dinding sel yang menyebabkan air lebih mudah masuk ke dalam sel, sehingga pembelahan dan pembesaran sel meningkat. Menurut Chen and Aviad (1990) zat humat tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan akar, tetapi juga mempengaruhi proliferasi sel-sel akar sehingga meningkatkan penyerapan air dan unsur hara oleh akar. Peningkatan penyerapan air dan unsur hara oleh akar akan berpengaruh pada peningkatan luas daun, berat basah dan berat kering tanaman.

Hasil uji statistik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah daun tidak berpengaruh secara nyata. Hasil rerata jumlah daun pada perlakuan B, C, D dan E

tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (0% lumpur IPAM : 100% tanah bekas tambang emas). Hal ini diduga hasil fotosintesis lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan bagian tanaman yang lain seperti, tinggi tanaman, luas daun, dan perkembangan akar tanaman. Penelitian lain yang dilakukan oleh Fagbenro *et al.* (2013) menyatakan bahwa pemberian bahan organik tidak berpengaruh nyata bagi penambahan jumlah bagian cabang atau daun tanaman. Menurut Lakitan (1996), tanaman tidak selalu mengalami pertumbuhan secara seragam pada setiap bagian-bagiannya, sehingga pertumbuhan bagian tanaman yang satu dimungkinkan lebih baik pertumbuhannya daripada bagian yang lain.

Kombinasi media tanam 80% lumpur IPAM: 20% tanah bekas tambang emas ternyata menurunkan luas daun, berat basah, dan berat kering. Hal ini diduga disebabkan oleh terjadinya pemadatan media tanam yang lebih didominasi oleh debu. Akibatnya akar tidak dapat berkembang dengan sempurna dan fungsinya sebagai pengabsorpsi air dan hara akan terganggu. Penambahan lumpur pada konsentrasi lebih tinggi dari 60% juga dianggap sudah berlebih. Jaringan tanaman yang mengandung unsur hara dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan keracunan bagi tanaman (Lakitan, 1993). Menurut Zuhry (2010), pemberian unsur hara dalam jumlah yang melebihi kebutuhan tanaman, dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan cenderung mengalami penurunan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kombinasi media tanam dengan perbandingan 60% lumpur IPAM : 40% tanah bekas tambang emas, dapat memberikan kualitas tekstur tanah yang baik sedangkan secara kimia dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi dengan luas daun $397,80 \text{ cm}^2$, berat basah 35,12 g dan berat kering 0,42 g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PDAM Pontianak yang telah mengizinkan dan membantu pengambilan lumpur IPAM untuk keperluan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, MI, Nurhayati & Tambunan, NO, 2006, Pengaruh Pupuk Kalium Terhadap Penyakit Gugur Daun *Corynespora* pada Pembibitan Karet, Seminar Nasional Pengelolaan OPT yang Berwawasan Lingkungan, Palembang
- Chakwizira, E, Moot, DJ, Scott, WR & Fletcher, A, 2009, 'Effect of Rate and Method of

- Phosphorus Application on The Growth and Development of 'Pasja' Crops', *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, vol. 71, hal. 101-106
- Chen, A & Aviad, T, 1990, Effects of Humic Substances on Plant Growth, Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Reading, Madison: American Society of Agronomy and Soil Science of America
- Chen, A, Magen, H & Clapp, CE, 2001, Plant Growth Stimulation by Humic Substances and Their Complexes with Iron, Symposium The International Fertiliser Society, Lisbon
- Dinas Pertambangan dan Energi, 2012, *Rekapitulasi kegiatan PETI Provinsi Kalimantan Barat*, Pontianak
- Fagbenro, JA, Oshunsanya, SO & Onawumi, OA, 2013, 'Effect of Saw Dust Biochar and NPK 15:15:15 Inorganic Fertilizer On *Moringaoleifera* Seedlings Grown In An Oxisol', *Agrosearch*, vol. 13, no. 1, hal. 57 – 68
- Fauziah, AB, 2009, *Pengaruh Asam Humat dan Kompos Aktif untuk Memperbaiki Sifat Tailing dengan Indikator Pertumbuhan Tinggi Semai (Enterolobium cyclocarpum Griseb dan Altingia excelsa Noronhae)*, Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Fisher, NM & Goldsworthy, 1985, *Fisiologi Budidaya Tanaman Tropik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Fitter, AH & Hay, RKM, 1981, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Gusrizal & Alimuddin, AH, 2011, 'Determination of Specific Ultraviolet, Absorbance in Kapuas River', *Workshop*, Regional Workshop of DaadExceed Project in South East Asia "Monitoring and Analysis of Water Sustainable Water Management"
- Hadi, H & Sudiharto, 2004, 'Pengembangan Perkebunan Karet di Daerah Sekitar Tambang Batubara: Kasus di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan', *Warta Perkaratan*, vol. 23, no. 3, hal. 28-36
- Hanafiah, KA, 2004, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Lakitan, B, 1993, *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Lakitan, B, 1996, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Nardi, S, Pizzeghello, D, Muscolo, A & Vianello, A, 2002, 'Physiological Effects of Humic Substances on Higher Plants, *Soil Biology & Biochemistry*', vol. 34, hal. 1527-1536
- Syarif, M, Gusrizal & Asadi, 2008, 'Karakteristik Asam Fulvat dari Tanah Gambut dan Pengaruhnya pada Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Jagung yang ditanam pada Tanah Bekas Tambang Emas', *Penelitian Universitas Tanjungpura*, vol. 10, no. 2, hal. 15-30
- Szczerba, MW, Brittoa, DT & Kronzucker, HJ, 2009, 'K⁺ Transport in Plants: Physiology and Molecular Biology', *Journal of Plant Physiology*, vol. 166, hal. 447-466
- Szczerski, C, Naguit, C, Markham, J, Goh, TB & Renault, S, 2013, 'Short- and Long-Term Effect of Humic Substances on Soil Evolution and Plant Growth in Gold Mining Tailings', *Water Air Soil Pollut*, vol. 224, hal. 1471
- Trevisan, S, Francioso, O, Quaggiotti, S, & Nardi, S, 2010, 'Humic Substances Biological Activity at The Plant-Soil Interface', *Plant Signaling & Behavior*, vol. 5, no. 6, hal.635-643
- Tucker, MR, 1999, Essential Plant Nutrients : Their Presence in North Carolina Soils and Role in Plant Nutrition, Agronomic Division, North Carolina Departement of Agricultural and Cusumer Services
- Zuhry, E, 2010, 'Aplikasi KNO₃ Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.)', *Sagu*, vol. 9, no. 2, hal. 7-11