



PEMANFAATAN TULANG IKAN KAKAP UNTUK MENINGKATKAN KADAR FOSFOR PUPUK CAIR LIMBAH TEMPE

Miz Mazaya*), Eko Budi Susatyo dan Agung Tri Prasetya

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Desember 2012
Disetujui Desember 2012
Dipublikasikan Mei 2013

Kata kunci:
tulang ikan
pupuk cair
limbah tempe

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah cair pabrik tempe sebagai pupuk organik cair dengan penambahan fosfor hasil isolasi tulang ikan kakap. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kadar fosfor hasil isolasi tulang ikan kakap merah, banyaknya EM4 yang perlu ditambahkan pada limbah cair, mengetahui besar peningkatan kadar fosfor pupuk cair setelah penambahan hasil isolasi. Proses isolasi fosfor dari tulang ikan kakap menggunakan pelarut H_2SO_4 30 % pada suhu $95^\circ C$ selama 100 menit. Pupuk induk dibuat dari limbah pabrik tempe yang ditambah dengan EM4 variasi 1; 2 dan 3 % dan difermentasi selama 12 hari. Fosfor hasil isolasi ditambahkan pada pupuk cair induk kadar fosfor paling tinggi, volume hasil isolasi divariasikan 10, 20, 30 dan 40 %. Kadar fosfor hasil isolasi tulang sebesar 0,838 %, kadar fosfor pupuk cair variasi EM4 paling tinggi pada penambahan EM4 2 % yaitu 0,033 %. Penambahan hasil isolasi sebesar 10 % meningkatkan kadar fosfor sebesar 278,4; 251,3; 278,4 dan 819 %. Peningkatan kadar fosfor paling tinggi pada penambahan 40 % yaitu sebesar 818,9 %. Kadar fosfor dari semua penambahan hasil isolasi pada pupuk induk memenuhi standar mutu pupuk organik cair berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Pementan/OT. 140/2/2009 yaitu sebesar $< 2\%$.

Abstract

A study on the utilization of soybean plant effluent as a liquid organic fertilizer with phosphorus addition of the isolated bone snapper. The research objective was to determine the isolated bone phosphorus levels of red snapper, EM4 number to be appended to the liquid waste, knowing the increased levels of phosphorous liquid fertilizer after the addition of the results of isolation. The process of isolation of phosphorus from bone snapper using a solvent of 30 % H_2SO_4 at $95^\circ C$ for 100 minutes. Fertilizer made from waste plant stem tempe supplemented with EM4 variation of 1; 2 and 3 % and fermented for 12 days. Phosphorus fertilizer was added to the isolated liquid holding the highest phosphorus levels, volume of isolation varied 10, 20, 30 and 40 %. Phosphorus levels for the isolated bone 0.838 %, the variation of liquid fertilizer phosphorus levels EM4, EM4 highest in the addition of 2 % is 0.033 %. The addition of a 10 % isolated yield increased phosphorus levels at 278.4; 251.3; 278.4 and 819 %. Elevated levels of phosphorus was highest in the 40% increase in the amount of 818.9 %. Phosphorus levels of all the isolated addition to the stem meets the quality standard fertilizer liquid organic fertilizer berdasarkan Regulation of Minister of Agriculture 28/Pementan/OT. 140/2/2009 which amounted to $< 2\%$

© 2013 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
E-mail: murukyu@gmail.com

ISSN NO 2252-6951

Pendahuluan

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah menyediakan hara dalam jumlah cukup untuk mendukung perkembangbiakan tanaman. Saat ini penggunaan pupuk anorganik yang sering dipakai dalam pertanian sangat memprihatinkan. Penggunaan pupuk anorganik tidak dapat memperbaiki struktur tanah namun dapat menyebabkan kerusakan tanah, sehingga perlu adanya penggantian pupuk anorganik dengan pupuk yang lebih ramah lingkungan.

Tempe merupakan salah satu makanan yang banyak disukai oleh masyarakat Indonesia. Selain murah, tempe juga banyak mengandung protein karena bahan dasarnya yang berupa biji kedelai. Limbah cair tempe biasanya berupa limbah padat dan cair. Limbah padat dimanfaatkan sebagai makanan hewan ternak, sedangkan limbah cair hanya dibuang ke aliran sungai. Pabrik tempe yang biasanya merupakan usaha rumah tangga berpotensi menyebabkan pencemaran. Dilihat dari kadar BOD untuk air rebusan kedelai sebesar 13002,03 mg/L, COD 4188,27 mg/L, TDS 25060 mg/L, TTS 4012 mg/L dan untuk air rendaman kedelai rata-rata BOD 131380,87 mg/L, COD 35398,87 mg/L, TDS 25254 mg/L TTS 4551 mg/L. Data tersebut membuktikan bahwa limbah tempe berpotensi menyebabkan pencemaran (Wiryani, 2007). Limbah pengolahan tempe sampai saat ini masih belum dimanfaatkan secara tepat dan efisien. Dengan adanya pengolahan limbah menjadi pupuk akan mengurangi pencemaran.

Pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan alam yang memiliki ciri kandungan haranya banyak tetapi dalam jumlah sedikit. Penggunaan pupuk organik pada tanaman tidak hanya memberikan unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman, tetapi juga dapat memperbaiki struktur tanah. Pupuk organik memiliki dua jenis yaitu pupuk organik cair dan pupuk organik padat. Untuk memudahkan unsur hara dapat diserap tanah dan tanaman bahan organik dapat dibuat menjadi pupuk cair. Menurut Suprihatin (2011) tanaman tidak hanya menyerap hara terutama melalui akar, namun daun juga memiliki kemampuan menyerap hara. Sehingga pupuk cair bermanfaat tidak hanya disekitar tanaman tetapi di atas daun. Penggunaan pupuk cair sangat bermanfaat sebagai: memupuk tanaman, menyiram tanaman, dan mengobati tanaman.

Pembuatan pupuk organik membutuhkan bioaktivator sebagai bahan mempercepat proses fermentasi. EM4 merupakan salah satu

bioaktivator yang banyak digunakan. Bioaktivator ini mengandung berbagai macam mikro organisme pemecah bahan organik menjadi hara dan humus. Banyaknya penambahan EM4 mempengaruhi konsentrasi hara yang dihasilkan oleh pupuk. Pada waktu fermentasi tertentu dalam keadaan anaerob, bakteri dapat memecah bahan organik dengan baik.

Tulang memiliki kandungan fosfor yang tinggi sehingga menjadi sumber utama fosfor, tetapi penggunaannya sampai saat ini terbatas untuk campuran pupuk, makanan ternak, gelatin dan lem. Akibatnya banyak tulang yang begitu saja sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan (Haekal, 2009). Fosfor dalam tulang biasanya berbentuk kalsium fosfat ($\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$) yang sukar larut dalam air, sehingga perlu proses penguraian agar fosfor lebih tersedia bagi tanaman. Salah satu metode penguraian tersebut adalah dengan mengisolasi tulang ikan menggunakan pelarut H_2SO_4 .

Tempe yang bahan dasarnya terbuat dari biji kedelai mengandung sedikit unsur fosfor. Dengan adanya pemanfaatan tulang ikan yang merupakan sumber utama fosfor diharapkan dapat meningkatkan kadar fosfor pupuk cair limbah tempe tersebut.

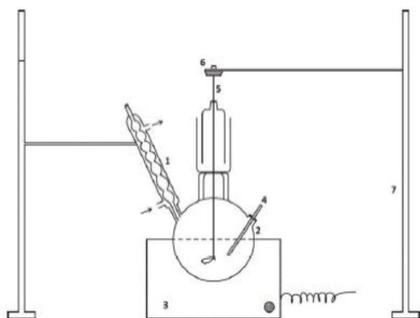
Metode Penelitian

Populasi penelitian limbah cair pabrik tempe yang diambil dari pabrik tempe daerah jalan Kelinci Semarang. Sampel merupakan bagian dari cuplikan limbah cair tempe yang sudah difermentasi dan ditambah fosfor dari tulang.

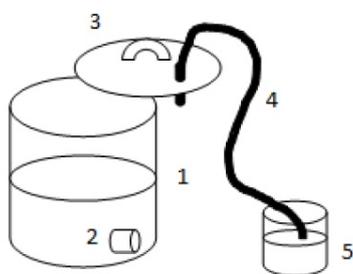
Variabel bebas yaitu volume EM-4 yang ditambahkan, banyaknya fosfor dari tulang ikan kakap yang ditambahkan. Sedangkan variabel terikat konsentrasi fosfor pada pupuk organik cair sebelum dan sesudah penambahan fosfor hasil isolasi tulang ikan kakap. Variabel terkontrol volume sampel limbah cair pabrik tempe sebanyak 1 liter, waktu fermentasi pupuk induk selama 12 hari, waktu pemanasan dan suhu saat pembuatan fosfor hasil isolasi tulang ikan kakap adalah 100 menit dan $\pm 95^\circ\text{C}$.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen melalui beberapa tahapan yaitu pengubahan tulang menjadi tepung tulang, proses isolasi fosfor, proses fermentasi limbah tempe dengan variasi penambahan EM4. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tempe, EM4, tulang ikan, H_2SO_4 . Proses analisis fosfor menggunakan alat spektrofotometer.

meter Genesys 20. Proses isolasi menggunakan alat yang ada pada Gambar 1 dan alat fermentasi ada pada Gambar 2.



Gambar 1. Alat isolasi
Keterangan gambar, (1) Pendingin balik, (2) Labu leher tiga, (3) Hot Plat, (4) Termometer, (5) Pengaduk, (6) Motor pengaduk, (7) Statif penjepit.

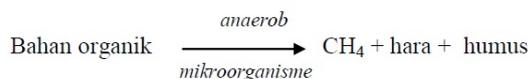


Gambar 2. Reaktor pembuatan pupuk
Keterangan gambar: (1) Reaktor, (2) Keran, (3) Tutup reaktor, (4) Selang plastik, (5) Wadah berisi air.

Hasil dan Pembahasan

Pupuk organik atau pupuk alam merupakan hasil akhir dari perubahan bagian-bagian atau sisa tanaman dan binatang. Pupuk organik dapat berasal dari binatang dan kompos yang dapat diubah dalam tanah menjadi bahan-bahan organik tanah. Pupuk yang terbuat dari bahan alam membutuhkan proses fermentasi agar kandungan yang dimiliki bahan tersebut dapat diserap oleh tanaman. Pupuk organik memiliki kelarutan unsur hara yang rendah dalam tanah. Pupuk dalam bentuk cair akan lebih memudahkan tanaman mendapatkan unsur-unsur yang dibutuhkan. Proses fermentasi dibantu oleh mikro organisme biasanya berupa bioaktivator EM4 yang mengurai bahan-bahan organik menjadi hara dan humus pada keadaan anaerob. Fermentasi secara anaerob lebih dilakukan agar proses fermentasi berjalan lebih cepat karena dalam keadaan aerob bakteri pengurai berkerja dengan lambat. EM4 dalam proses pembuatan pupuk organik selain dapat mempercepat proses fermentasi tetapi juga dapat menambah hara atau nutrisi pada pupuk

yang dihasilkan. Proses fermentasi pada bahan organik menjadi pupuk adalah:



(Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian, 2006)

Manfaat pupuk cair adalah lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur-unsur didalamnya sudah terurai. Tanaman tidak hanya mendapatkan sumber makanan dari akar akan tetapi daun juga memiliki kemampuan menyerap makanan. Bentuk pupuk yang berupa pupuk cair dapat diaplikasikan tidak hanya pada akar tetapi juga pada daun. Selain dapat melakukan dua hal sekaligus yaitu memupuk dan menyiram, penggunaan pupuk cair yang diaplikasikan pada daun tanaman dapat berfungsi mengobati tanaman dari hama penyakit.

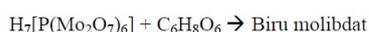
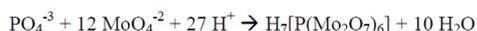
Penelitian ini menggunakan limbah cair tempe sebagai bahan utama pembuatan pupuk organik. Karena bahan dasarnya yang berupa cairan, maka tidak perlu adanya perlakuan yang diberikan agar pupuk yang dihasilkan berupa pupuk cair. Limbah tempe yang diambil difermentasi dalam reaktor selama 12 hari dengan variasi penambahan EM4. Limbah yang digunakan dalam penelitian merupakan limbah perebusan, pencucian dan pengepresan biji kedelai.

Analisis fosfor secara kuantitatif kadar fosfor pada penelitian ini menggunakan metode spektrofotometer. Metode ini harus menggunakan larutan berwarna dan bening agar kadar fosfor dapat diketahui. Sampel yang berupa larutan berwarna dan keruh harus didestruksi dahulu agar didapatkan larutan yang siap untuk dianalisis. Sampel berupa pupuk didestruksi dengan menggunakan larutan HNO_3 dan HClO_4 sebagai larutan pengoksidasi.

Terdapat dua jenis destruksi yaitu basah dan kering. Pada penelitian ini destruksi yang digunakan adalah destruksi basah. Destruksi basah merupakan proses perombakan oksidatif sampel organik menggunakan asam pengoksidasi seperti asam nitrat, asam perklorat, asam sulfat atau campuran asam-asam tersebut. Kandungan ion-ion dalam sampel dapat mengganggu proses analisis metode spektrofotometer, sehingga dapat mengganggu akurasi dalam pembacaan sampel. Proses destruksi menghilangkan kandungan ion lain sehingga kesalahan dalam pembacaan saat analisis dapat ditekan seminimal mungkin. Pada

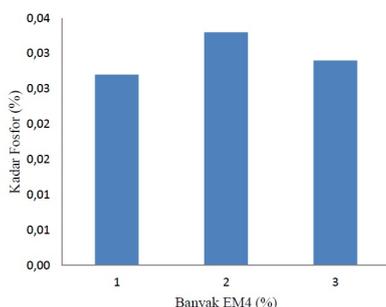
proses destruksi terjadi perombakan organologam menjadi bentuk anorganik yang siap dianalisis. Destruksi dikatakan berhasil apabila didapatkan larutan akhir yang jernih.

Pada penelitian ini, analisis fosfor menggunakan larutan pembangkit warna terbuat dari campuran $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (amoniummolibdat), $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ (kalium antimonil tartrat), H_2SO_4 , $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (asam askorbat). Campuran larutan pembangkit warna dan fosfor tersebut akan membentuk larutan berwarna biru yang dapat diukur dengan rentan panjang gelombang antara 650–700 nm. Analisis menggunakan selain sederhana, cepat dan akurat, metode ini dapat digunakan untuk berbagai macam sampel dan mengalami gangguan yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode SnCl_2 . Reaksi yang terjadi pada analisis menggunakan asam askorbat yaitu:



(Walinga, dkk. 1989)

Dalam medium asam, ortofosfat (PO_4^{3-}) membentuk kompleks berwarna kuning dengan ion molibdat (MoO_4^{2-}). Dengan adanya asam askorbat dan antimon, kompleks fosfomolibdat ($\text{H}_7[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$) membentuk warna biru. Antimon ditambahkan untuk melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru. Antimon meningkatkan intensitas warna biru dan menyebabkan pengukuran serapan lebih sensitif (Walinga, dkk. 1989). Hasil analisis variasi penambahan EM4 sebanyak 1, 2 dan 3 % ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan konsentrasi fosfor dan banyak penambahan EM4

Kadar fosfor yang paling banyak pupuk yang ditambah EM4 sebanyak 2 % yaitu sebesar 0,033 %. Pada penambahan sebanyak 1 % EM4, bakteri dalam EM4 yang ditambahkan lebih sedikit dibandingkan dengan limbah yang harus difermentasi sehingga sebelum semua

limbah habis terfermentasi mikro organisme yang berperan sebagai pengurai fosfor telah mencapai pertumbuhan maksimum sebelum waktu yang telah ditentukan.

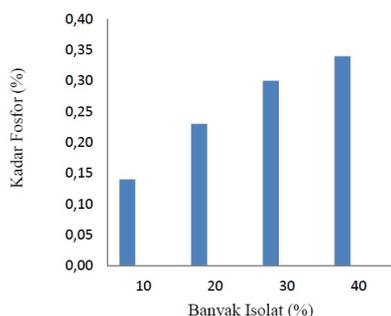
Pada penambahan EM4 sebanyak 3 % jumlah mikro organisme lebih banyak dibandingkan dengan limbah, karena itu proses fermentasi berjalan cepat. Limbah dalam reaktor keseluruhannya sudah terurai sebelum mikro organisme pengurai mencapai titik pertumbuhan maksimum. Dikarenakan kompos sudah matang sebelum waktu yang ditentukan, mikro organisme semakin banyak kesempatan untuk menghisap sebagian fosfor dalam kompos yang sudah matang untuk membentuk zat putih telur dalam tubuhnya (Murbandonno, 2000).

Hasil penentuan kadar optimum penambahan EM4 pada limbah digunakan untuk mengetahui persentase kenaikan kadar fosfor. Sebelum dan sesudah penambahan hasil isolasi tulang ikan kakap.

Tulang merupakan sumber utama fosfor, namun fosfor dalam tulang berbentuk Ca_2PO_4 yang sukar larut dalam air, apalagi dicampurkan dalam pupuk organik cair. Pengisolasian tulang dilakukan agar fosfor dalam tulang berubah menjadi bentuk yang lebih mudah larut. Menurut Sembodo, dkk (2005) hasil isolasi tergantung pada beberapa faktor, yaitu: (1) waktu reaksi, makin lama waktu kontak antara reaktan akan diperoleh hasil yang semakin besar, (2) konsentrasi asam sulfat, bila digunakan konsentrasi asam sulfat semakin tinggi maka kecepatan reaksi semakin besar dan diperoleh hasil yang besar, konsentrasi relatif baik antara 30-40 %, (3) pengadukan, pengadukan diperlukan untuk memperbanyak kesempatan kontak antara zat pereaksi dengan memperbesar tumbukan yang terjadi, (4) suhu, semakin tinggi suhu semakin cepat reaksi berlangsung karena memperbesar pula harga konstanta kecepatan reaksi.

Isolasi fosfor tulang dengan adanya pelarut asam sulfat akan didapatkan fosfor berupa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, H_3PO_4 dan Ca_2SO_4 (gips). Pada penelitian ini isolasi menggunakan pelarut H_2SO_4 30 %. Proses ini kalsium akan terpisah dengan fosfor dan membentuk kalsium fosfat berbentuk padatan putih. Berdasarkan penelitian didapatkan kadar fosfor hasil isolasi tulang sebesar 0,838 %. Hasil ini kurang memuaskan mengingat bahwa tulang merupakan sumber utama fosfor. Kemungkinan fosfor yang dihasilkan masih banyak yang terbawa oleh gips, sehingga perlu adanya

pencucian gips dengan air panas.



Gambar 4. Hubungan kadar fosfor dan banyak penambahan hasil isolasi tulang

Pada Gambar 4 menunjukkan kadar fosfor setelah ditambah hasil isolasi sebesar 10, 20, 30 dan 40 % mengalami kenaikan yang sangat signifikan. Analisis kadar fosfor pada pupuk awal didapatkan konsentrasi sebesar 0,034 %. Setelah ditambah dengan fosfor tulang ikan variasi 10, 20, 30 dan 40 % secara berurutan yaitu sebesar 0,14; 0,23; 0,30 dan 0,34 %. Dengan ini maka kadar fosfor pupuk cair mengalami kenaikan sebesar 278, 522, 711 dan 819 %. Kadar fosfor setelah penambahan hasil isolasi tulang paling tinggi menunjukkan peningkatan yang besar. Pada penambahan hasil isolasi sebanyak 40 % mengalami kenaikan 819 % yaitu dari kadar pupuk awal sebesar 0,037 % menjadi 0,34 %. Kadar ini sesuai dengan kadar fosfor pupuk organik yang terbuat dari tanaman kedelai (Tan, 1994). Komposisi hara dalam pupuk organik sangat tergantung dari sumbernya. Setiap bahan organik yang dibuat kompos akan menghasilkan kadar hara berbeda.

Pupuk induk yang terbuat dari fermentasi limbah cair pabrik tempe menghasilkan pupuk dengan kadar fosfor yang rendah, sedangkan ketersediaan fosfor bagi tanaman sangat kurang. Pengaplikasian pupuk organik dengan komposisi hara rendah hanya akan memperbaiki struktur tanah tanpa bisa dimanfaatkan tanaman. Indonesia yang curah hujannya tinggi, ketersediaan hara bagi tanaman sangat minim karena sebagian besar ikut terbawa oleh aliran air. Kadar fosfor yang besar bukan berarti dapat langsung digunakan karena untuk pupuk organik cair harus memenuhi ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Pementan/OT. 140/2/2009 yaitu kandungan fosfornya < 2 %.

Berdasarkan hasil penambahan hasil isolasi ke dalam pupuk cair, seluruh komposisi memiliki kadar fosfor < 2 % sehingga dapat dikatakan telah memenuhi ketentuan. Semua komposisi dapat digunakan sebagai pupuk

organik cair.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kadar fosfor yang didapat pada variasi penambahan EM4 paling tinggi adalah penambahan 2 % yaitu sebesar 0,033 %. Kadar fosfor hasil isolasi tulang sebesar 0,838% memberikan persentase peningkatan kadar fosfor paling tinggi sebesar 819 %. Dilihat dari kenaikan kadar fosfor dalam pupuk cair yang sangat besar, maka dapat dikatakan penambahan hasil isolasi tulang ikan dapat digunakan untuk meningkatkan kadar fosfor pupuk limbah tempe. Besar kadar fosfor dalam pupuk cair sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Pementan/OT. 140/2/2009.

Daftar Pustaka

- Haekal, M. Husein. 2009. Pemanfaatan Tulang Keong untuk Produksi Asam Fosfat: Optimasi Menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Teknik Kimia*. Tersedia di www.eprints.undip.ac.id/940/1/makalahku_haykal_L2C605157_P_pdf [diakses tanggal 6 Januari 2012].
- Murbandono, L. 2000. *Membuat Kompos*. Ed. Rev. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sembodo, Bregas., Uddy Kumiaji dan Marjito. 2005. Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Fosfat dari Serbuk Tulang Ayam dan Asam Sulfat. *Ekuilibrum*, Vol. 4 No. 1, Hal. 18-20. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknis UNS.
- Suprihatin. 2011. Production Process of Liquid Fertilizer from Banana Trunk. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 5, No. 20. April 2011. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran
- Tan, K.H. 1994. *Environmental Soil Science*. Manual Dekker INC. New York 10016.USA.
- Walinga, I., Van-VEAK., V. W. Houba, V. I. G. dan Van-der lee (1989). *Plant Analysis Procedures*. Part 7. Netherlands: Wageningen Agricultural University. Page 138-139.
- Wiryani, E. 2007. *Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe*. Semarang: Lab. Ekologi dan Biosistematik Jurusan Biologi, FMIPA, UNDIP.