

**(ASHIK LIQUID FERTILIZER)
OPTIMALISASI LIMBAH FLY ASH PLTU SURALAYA DAN KITOSAN
SISIK IKAN BANDENG SEBAGAI PUPUK CAIR RAMAH
LINGKUNGAN GUNA MENDUKUNG PROGRAM ECO-INDUSTRIAL
PARK SERTA MENYUKSESKAN SGDs 2030**

Diana Triyanti¹, Ika Jumentika², dan Abdul Kholiq³

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng
Tirtayasa, Indonesia

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng
Tirtayasa, Indonesia

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng
Tirtayasa, Indonesia

¹3335190022@untirta.ac.id, ²3335190066@untirta.ac.id,

³3335190074@untirta.ac.id

Abstract

The silica content of fly ash and chitosan scales of milkfish can be combined into liquid fertilizer products. Liquid fertilizer is one type of fertilizer that is environmentally friendly and effective in its use. This study aims to formulate potassium silica liquid fertilizer derived from fly ash waste and chitosan scales of milkfish to increase functional value, reduce waste, and support the eco-industrial park program and succeed in SDGs 2030. The writing method in this study consists of literature studies and research observations conducted in the laboratory through the stages of raw material preparation, silica isolation from fly ash, chitosan manufacturing, potassium formulation with silica, homogenization with chitosan, FTIR testing stage, XRD, and sampling tests on plant growth. The results of this study found that plants that were given 50 ppm liquid fertilizer experienced better growth seen from the height and number of leaves, compared to plants with liquid fertilizers of 25 ppm. While plants that are not given additional silica liquid fertilizer nutrients have slower high growth and fewer leaf counts. Based on the results of the study, it can be concluded that the growth efficiency obtained is for a concentration of 25 ppm is 22,89%, and for a concentration of 50 ppm is 51,24%.

Kata Kunci: Chitosan, Fly ash, Liquid fertilizer, Silica

Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya teknologi, sektor industri di Provinsi Banten menjadi sektor utama penggerak perekonomian daerah. Dilansir dari Badan Pusat Statistik Provinsi Banten 2019 kontribusi terhadap PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) sektor industri pengolahan pada tahun 2019 sebesar 32,13%. Salah satu sektor industri di Provinsi Banten adalah PLTU UP Suralaya yang merupakan unit pembangkit terbesar di Indonesia. Kapasitasnya yang besar akan menunjukkan semakin banyaknya penggunaan batubara sebagai bahan bakar, batubara (C₁₃₇H₉₇O₉NS) merupakan salah satu jenis bahan bakar fosil, yang menghasilkan suatu limbah. Salah satu limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara adalah abu terbang (*fly ash*). Pada tahun 2000, jumlah *fly ash* yang dihasilkan mencapai 1,66 juta ton yang merupakan limbah hasil pembakaran PLTU dan terus mengalami

peningkatan. Puncak peningkatannya terjadi pada tahun 2006, dimana limbah *fly ash* yang dihasilkan mencapai 2 juta ton. Peningkatan tersebut menunjukkan jumlah yang besar, sehingga memerlukan pengolahan lanjutan. Pada dasarnya di dalam abu terbang, terdapat kandungan silika yang besar yaitu 20 – 60 % yang berpotensi untuk dijadikan berbagai produk yang bermanfaat salah satunya adalah pupuk inovasi.

Selain sektor industri pengolahan yang menunjang perekonomian, Provinsi Banten juga memiliki komoditas unggulan yang khas yaitu olahan ikan bandeng. Menurut Badan Pusat Statistik 2020, Provinsi Banten memproduksi ikan bandeng sebesar 12.585 ton. Besarnya produksi ikan bandeng tersebut, disebabkan oleh pemanfaatan dagingnya sebagai bahan baku pembuatan sate bandeng sebagai olahan khas Provinsi Banten. Pengolahan tersebut menyisakan hasil samping dari ikan bandeng yang tidak digunakan, seperti sisik ikan bandeng. Limbah sisik ikan bandeng tidak bisa dibiarkan begitu saja karena akan menimbulkan bau dan pencemaran lingkungan. Padahal dalam limbah sisik ikan bandeng ini terdapat kandungan yang bisa dimanfaatkan dan berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber kitosan. Kitosan bermanfaat untuk dijadikan sebagai bahan tambahan, yang dapat diformulasikan dengan silika dari limbah *fly ash*.

Masih kurangnya pemanfaatan limbah *fly ash* dan limbah sisik dari ikan bandeng yang dapat mengganggu kesehatan dan pencemaran lingkungan. Menjadikan kami sebagai generasi milenial untuk berpikir kreatif dan berinovasi dengan memanfaatkan dan menjadikannya sebagai kreativitas dan inovasi guna mendukung program *Eco-Industrial Park* dan menyukseskan program SDGs 2030, dimana pupuk silika merupakan jenis pupuk yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, yang mana kandungan tersebut akan meningkatkan ketahanan pada tanaman, mempercepat laju fotosintesis dan sebagai abiotik pada tanaman.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi agitator, gelas beker, oven, dan *hot plate*. Bahan yang digunakan meliputi aquades, CH_3COOH , HCl 0,1 M, *Fly ash*, KOH 3M, Metanol 98%, NaOH 50%, dan sisik ikan bandeng.

Variable Penelitian

Variabel pada penelitian ini meliputi variabel bebas, variabel tetap, dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian meliputi konsentrasi dari ASHIK *liquid fertilizer* serta waktu pengujian sampel. Variabel tetap terdiri dari bahan yang digunakan, yaitu massa sekam padi dan sisik ikan bandeng, serta media *release* pupuk yang digunakan. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini, yaitu efisiensi *liquid fertilizer* dan juga laju pertumbuhan dan pertambahan daun pada tanaman cabai.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam penelitian ini, meliputi:

a. Pengisolasian Limbah *Fly Ash*

Isolasi silika dari limbah *fly ash* (abu terbang) yang diawali dengan menyiapkan sampel sebanyak 50 gram abu terbang, kemudian dilakukan perendaman di dalam air panas sebanyak 400 ml selama ± 2 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, lalu campuran abu terbang (*fly ash*) dengan air kemudian dipanaskan selama 2 jam dengan temperatur 70°C , lalu diambil

filtratnya dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Proses selanjutnya abu terbang ini di refluks selama 2 jam dengan asam klorida, setelah proses ekstraksi refluks *fly ash* selesai, selanjutnya dilakukan penyaringan antara pelarut dengan endapan menggunakan kertas saring. Proses selanjutnya, yaitu pembakaran abu terbang hasil ekstraksi refluks pada *furnace* menggunakan temperatur 750°C selama 5 jam. Tahap terakhir, yaitu pengujian dan analisis silika hasil isolasi limbah *fly ash* dengan sampel serbuk silika abu terbang yang dihasilkan dari proses pembakaran, pengujian yang dilakukan adalah pengujian *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

b. Pengisolasian Limbah Sisik Ikan Bandeng

Pembuatan kitosan dari sisik ikan bandeng dilakukan melalui proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi menggunakan larutan asam dan basa. Selanjutnya kitosan yang didapatkan akan diuji dengan menggunakan pengujian *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

c. Pembuatan Pupuk Cair

Pembuatan ASHIK *Liquid Fertilizer* ini dilakukan dengan cara memformulasikan silika yang telah diuji atau analisis sebelumnya dengan pelarut organik yaitu KOH dan kitosan sisik ikan bandeng. Dalam pembuatannya, dilakukan penimbangan silika sebesar 0,25 gram dan 0,5 gram kemudian dilakukan pula pengukuran 20 mL KOH untuk setiap 1 variasi serta 0,5 gram kitosan untuk variasi pertama dan 0,75 gram kitosan untuk variasi kedua, sehingga didapatkan 2 buah konsentrasi pupuk cair yang dihasilkan, yaitu 25 ppm dan 50 ppm. Setelah dilakukan homogenisasi dan dihasilkan ASHIK *Liquid Fertilizer*, maka selanjutnya adalah pengujian *organoleptic*, uji pH dan uji *Release* pupuk cair terhadap tanaman cabai.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan dan kesehatan yang disebabkan oleh limbah *fly ash* dan limbah sisik ikan bandeng. Pemanfaatan kedua limbah tersebut akan menghasilkan ASHIK *Liquid Fertilizer* yaitu pupuk cair yang ramah lingkungan guna mendukung program *eco-industrial park* serta menyukseskan SDGs 2030. Tahapan pertama yaitu pengisolasian limbah *fly ash* yang dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi refluks yang dilanjutkan proses pembakaran menggunakan *furnace*.

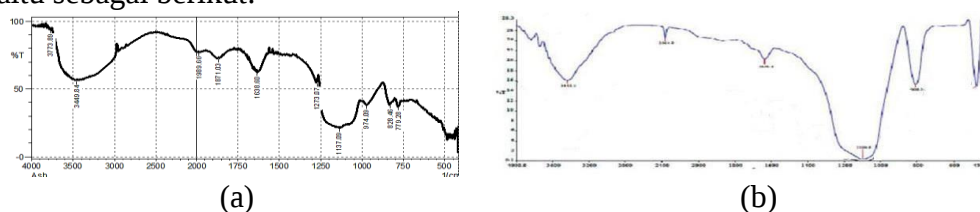
Tabel 1. Hasil Isolasi Silika *Fly Ash*

Percobaan ke-	Massa Awal	Massa Akhir (Silika)	Warna
1	25 gram	12,24 gram	Putih
2	25 gram	12,09 gram	Putih
3	25 gram	11,56 gram	Putih

Pada proses pembakaran tersebut, akan diperoleh hasil yaitu silika abu terbang yang berwarna putih. Hal tersebut menunjukkan bahwa telah teruapnya sisa pelarut HCl dan kandungan karbon pada serbuk silika tersebut. Jika hasil silika yang didapatkan dengan warna abu dan kehitaman, maka hal tersebut menandakan bahwa silika masih mengandung zat pengotor, yang mana ion atau zat pengotor tersebut akan dapat mengikat sisa-sisa karbon di dalam *fly ash* sehingga karbon yang masih terikat tidak lagi dapat bisa bersentuhan secara langsung dengan udara

dan hal tersebut menyebabkan karbon tidak bisa teroksidasi (Krishnarao, 1992).

Tahap selanjutnya, yaitu pengujian dan analisis silika hasil isolasi limbah *fly ash* dengan sampel serbuk silika abu terbang yang dihasilkan dari proses pembakaran dengan menggunakan *furnace*, kemudian akan dilakukan pengujian karakteristik analisis gugus fungsi dengan FTIR dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam silika dari limbah abu terbang yang dilakukan di Laboratorium Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), dan uji XRD dengan tujuan untuk menganalisis sifat silika yang dihasilkan apakah silika tersebut bersifat amorf atau kristalin yang dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, sehingga diperoleh hasil yang ditunjukkan pada gambar 1 yang merupakan (a) hasil silika abu terbang penelitian dan (b) silika komersial, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Spektrum FTIR Silika (a) Silika abu terbang hasil penelitian (b) Silika Komersial

Berdasarkan hasil Uji FTIR yang ditampilkan pada gambar diatas, kemudian dilakukan analisis pembacaan panjang gelombang dengan gugus senyawa yang terdapat didalamnya, yaitu sebagai berikut:

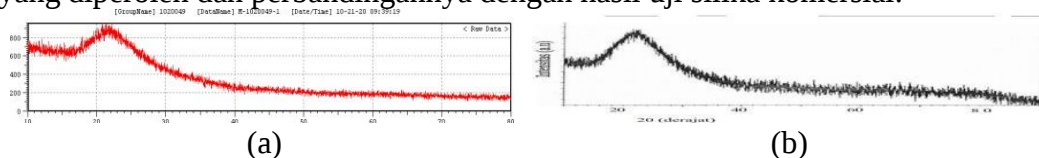
Tabel 2. Identifikasi Gugus Fungsi Uji FTIR

No.	Panjang Gelombang Silika <i>Fly Ash</i>	Panjang Gelombang Literatur	Keterangan
1.	3773,89 cm^{-1}	3000 – 4000 cm^{-1}	Gugus –OH pada Silanol
2.	3449,84 cm^{-1}	3000 – 4000 cm^{-1}	Gugus –OH pada Silanol
3.	1989,66 cm^{-1}	1675 - 2300 cm^{-1}	Gugus Karbonil (C = O)
4.	1871,03 cm^{-1}	1675 - 2300 cm^{-1}	Gugus Karbonil (C = O)
5.	1638,60 cm^{-1}	1622 – 1642 cm^{-1}	Gugus –OH pada Silanol
6.	1273,07 cm^{-1}	1261 – 1445 cm^{-1}	CH ₃ Asimetris dari Si-CH ₃
7.	1137,09 cm^{-1}	1050 – 1115 cm^{-1}	Serapan Gugus Fungsi Siloksan
8.	974,09 cm^{-1}	400 – 1100 cm^{-1} dan 900 – 968 cm^{-1}	Vibrasi Ulur Si-O pada Siloksan dan Silanol
9.	828,46 cm^{-1}	800 – 870 cm^{-1}	Gugus –OH dari SiO
10.	779,28 cm^{-1}	720 – 808 cm^{-1}	Vibrasi Ulur Simetris SiO pada Siloksan

Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi dari tabel 2 tersebut, maka dapat dikatakan bahwa didalamnya terdapat spektrum dari berbagai puncak gelombang

yang menandakan adanya gugus-gugus fungsi di dalam sampel silika. Puncak tersebut merupakan sebuah titik yang dimiliki oleh silika hasil isolasi atau gugus fungsi pengotor seperti C dan H yang belum dibersihkan seluruhnya. Keberadaan dari gugus silanol (Si-OH), gugus siloksan (Si-O-Si), dan ikatan Si-CH₃ dapat terlihat pada hasil pembacaan FTIR dengan puncak yang khas pada puncak gelombang 3449,84 cm⁻¹, 779,28 cm⁻¹, 1273,07 cm⁻¹.

Berikut ini juga ditampilkan grafik hasil uji XRD pada silika abu terbang yang diperoleh dan perbandingannya dengan hasil uji silika komersial:



Gambar 2. Hasil Uji XRD Silika *Fly Ash* (a) Hasil Penelitian (b) XRD Silika Komersial

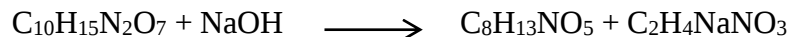
Berdasarkan gambar hasil uji karakterisasi sifat silika pada abu terbang yang dihasilkan dengan suhu pembakaran 750°C selama 5 jam, maka diperoleh silika yang bersifat amorf. Hal ini ditunjukkan oleh puncak hasil dari karakterisasi silika pada XRD, bahwa gambar tersebut memiliki puncak yang landai. Puncak tersebut menandakan bahwa silika yang diperoleh bersifat amorf dan tidak berbahaya atau aman digunakan. Hal ini berbeda dengan struktur silika yang bersifat kristalin, karena memiliki puncak berbentuk curam.

Berikut tabel hasil isolasi kitosan dari sisik ikan bandeng melalui proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi menggunakan larutan asam dan basa.

Tabel 3. Karakteristik Kitosan Sisik Ikan Bandeng

<u>No.</u>	<u>Parameter</u>	<u>Keterangan</u>
1	Rendemen	15,83 gr (17,51%)
2	Warna	Putih gula
3	Derajat Deasetilasi	87,73 %

Tujuan dari proses-proses tersebut yaitu untuk melepas atau memisahkan ikatan-ikatan antara protein dan kitin. Selama proses deproteinasi, reaksi yang terjadi dapat dilihat dari reaksi berikut:

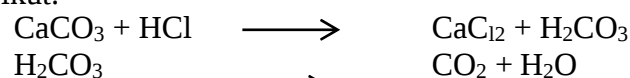


Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan garam-garam anorganik atau kandungan mineral yang ada pada kitin terutama kalsium karbonat.



Gambar 3. Proses Hingga Terbentuk Kitosan

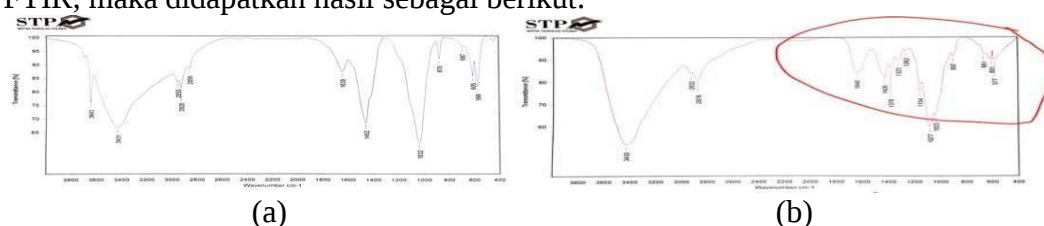
Berikut merupakan reaksi yang terjadi pada proses demineralisasi, reaksinya sebagai berikut:



Proses deasetilasi merupakan proses dalam pembuatan kitosan berupa pemutusan gugus asetil pada kitin untuk menghasilkan zat kitosan. Proses ini

dilakukan dengan menggunakan larutan alkali NaOH yang merupakan metode yang biasa digunakan dalam proses deasetilasi kitin. Dimana proses hilangnya gugus asetil dari kitin dinamakan proses derajat deasetilasi (Champagne, 2002). Pengurangan massa sisik ikan bandeng dari 100 gram menjadi 15 gram pada masing-masing tahap seperti pada Tabel 3, menunjukkan bahwa penggunaan asam HCl dan basa NaOH berfungsi dalam menghilangkan kandungan mineral dan protein dalam sisik ikan bandeng tersebut.

Berdasarkan kitosan yang telah diperoleh kemudian diuji menggunakan FTIR, maka didapatkan hasil sebagai berikut:



Dapat dilihat dari hasil pembacaan uji FTIR, bahwa gelombang dan struktur sudah mirip dengan kitosan komersial, terdapat adanya gugus hidroksi OH pada kitin di serapan 3431 cm^{-1} , gugus amida I dan II (-NH-) pada 1452 cm^{-1} dan 1639 cm^{-1} tetapi sedikit perbedaan kenaikan, dikarenakan pencucian yang kurang bersih.

Berikut ini juga merupakan hasil akhir produk yang diperoleh berdasarkan formulasi yang dilakukan:

Tabel 4. Hasil Produk Akhir (ASHIK *Liquid Fertilizer*)

Formulasi ke-	Bahan	Konsentrasi	pH
1	0,25 gram silika + 20 mL KOH + 250 mL aquades + 0,5 gram kitosan	25 ppm	7.1
2	0,5 gram silika + 20 mL KOH + 250 mL aquades + 0,75 gram kitosan	50 ppm	6.8

Pembuatan *ASHIK Liquid Fertilizer* ini dilakukan dengan cara memformulasikan silika yang telah diuji atau analisis sebelumnya dengan pelarut organik yaitu KOH dan kitosan sisik ikan bandeng. Dalam pembuatannya, dilakukan penimbangan silika sebesar 0,25 gram dan 0,5 gram kemudian dilakukan pula pengukuran 20 mL KOH untuk setiap 1 variasi serta 0,5 gram kitosan untuk variasi pertama dan 0,75 gram kitosan untuk variasi kedua, sehingga didapatkan 2 buah konsentrasi pupuk cair yang dihasilkan, yaitu 25 ppm dan 50 ppm.

Berikut merupakan gambar yang menunjukkan proses pembuatan *ASHIK Liquid Fertilizer*.



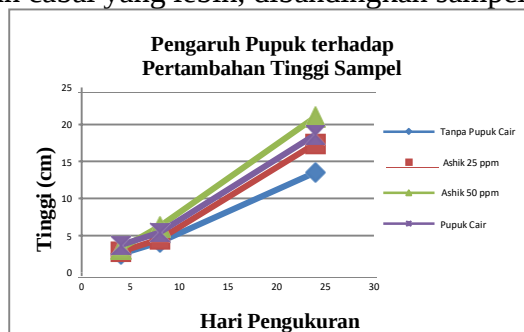
Gambar 5. Homogenisasi Pupuk Cair

Setelah dilakukan homogenisasi dan dihasilkan *ASHIK Liquid Fertilizer*, maka selanjutnya adalah pengujian organoleptik secara fisik yang menghasilkan pupuk berwarna keruh, tidak berbahaya bagi kulit. Uji selanjutnya ialah pengukuran pH pupuk cair dengan menggunakan pH meter. Sehingga dihasilkan pengukuran pH untuk konsentrasi 25 ppm ialah sebesar 7,1. Sementara itu, untuk konsentrasi 50 ppm memiliki pH sebesar 6,8. Hasil ini jika dibandingkan dengan SNI tentang ambang batas pH pupuk cair tanaman yaitu 6 - 7,3.

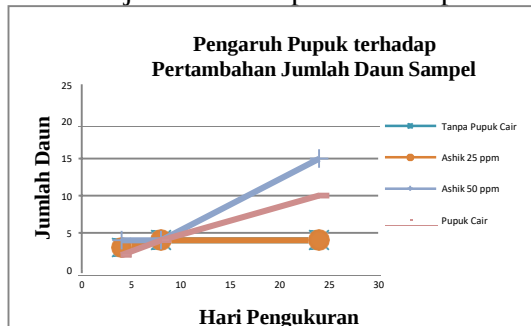


Gambar 6. *ASHIK Liquid Fertilizer*

Tahap yang terakhir ialah Uji *Release* pupuk cair terhadap tanaman cabai yang dapat dilihat pada gambar 7 Berdasarkan hasil uji *Release* tersebut terlihat bahwa pemberian pupuk cair ASHIK mempengaruhi bertambahnya tinggi dan jumlah daun tanaman cabai yang lebih, dibandingkan sampel lainnya.



Gambar 7. Hasil Uji *Release* Pupuk terhadap Variabel Tinggi



Gambar 8. Hasil Uji *Release* Pupuk terhadap Jumlah Daun Tanaman Cabai

Didapatkan hasil bahwa pupuk dengan konsentrasi 50 ppm dengan kitosan 0,75 gram, memiliki pertambahan daun yang lebih banyak dan berwarna hijau segar, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa semakin besar konsentrasi silika, maka pertumbuhan luas daun akan bertambah dikarenakan silika merangsang pertumbuhan dan juga proses fotosintesis sebagai sumber mineral yang baik dibutuhkan tanaman maupun kesuburan tanah. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Ketu Yuliani, et. al., (2015) bahwa pupuk silika yang dikombinasikan dengan kitosan akan meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta meningkatkan kualitas dan produksi tanaman.

Dari hasil uji *release* juga diperoleh pertumbuhan rata-rata tanaman cabai yaitu sebesar 1,3 cm perhari jika menggunakan pupuk ASHIK. Sedangkan untuk pertambahan jumlah daun, antara yang tanpa perlakuan pupuk, dan dengan pemberian ASHIK 25 ppm, tidak memiliki perbedaan. Namun terdapat perbedaan sangat signifikan pada sampel dengan ASHIK 50 ppm sebanyak 23 daun, dan pada pupuk komersil sebanyak 16 daun. Hal ini mengidentifikasikan bahwa pupuk ASHIK 50 ppm, dapat meningkatkan daya tahan tumbuhan terhadap lingkungan. Sehingga, dilakukan perhitungan efisiensi di setiap sampel variasi, dengan hasil ialah nilai efisiensi pertumbuhan dari konsentrasi 25 ppm yaitu 22,89%, untuk konsentrasi 50 ppm yaitu sebesar 51,24%, dan untuk pupuk komersil sebesar 34,33%.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Limbah *fly ash* PLTU UP Suralaya dan limbah sisik ikan bandeng berpotensi untuk dijadikan sebagai pupuk cair inovasi terbukti dengan hasil dari uji pada produk terhadap tanaman cabai.
2. Cara yang dapat dilakukan untuk mensintesis limbah *fly ash* PLTU UP Suralaya dan limbah sisik ikan bandeng menjadi ASHIK *Liquid Fertilizer* adalah dengan mengisolasi kedua limbah tersebut sehingga diperoleh silika dan kitosan yang dapat diformulasikan menjadi ASHIK *Liquid Fertilizer*.
3. Efisiensi pertumbuhan yang didapatkan pada pengujian tanaman cabai untuk konsentrasi 25 ppm sebesar 22,89 %, dan untuk konsentrasi 50 ppm sebesar 51,24%.
4. Tanaman yang diberi pupuk cair 50 ppm mengalami pertumbuhan yang lebih baik dilihat dari tinggi dan jumlah daunnya, dibandingkan tanaman dengan pemberian pupuk cair 25 ppm. Sedangkan tanaman yang tidak diberi tambahan nutrisi pupuk cair silika dan kitosan memiliki pertumbuhan tinggi yang lebih lambat dan jumlah daun yang lebih sedikit.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten [BPS Provinsi Banten]. (2020). *Provinsi Banten dalam Angka*. Serang (ID), BPS Provinsi Banten.
- Champagne, L. M., (2002). The Synthesis of Water-Soluble N-acyl Chitosan derivatives for Characterization as Antibacterial Agents, B. S. Xavier University of Louisiana. *Dissertation*.
- Krishnarao, R.V. and Godkhindi, M.M. (1992). Distribution of Silica in Rice Husks and its Effect on the Formation of Silicon Carbide. *Ceramics International*. Vol. 18, pp. 243- 249.
- Yuliani, Ketik dkk. (2015). Pengaruh kombinasi silika dan kitosan berbasis nanoteknologi sebagai bahan dasar pembuatan pupuk nano slow release terhadap penyerapan unsur hara oleh tanaman dalam meningkatkan hasil pertanian di Indonesia. *Artikel Ilmiah Teknologi Kimia dan Industri*. Vol. 1, Issue 1, page 1-6.