



PENGGANDAAN SKALA PRODUKSI INSEKTISIDA HAMA WERENG COKELAT KAPASITAS 25 DAN 1000 LITER SERTA PELUANGNYA DI DUNIA INDUSTRI

Muh. Agus Ferdian*

Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Malang, Malang, Indonesia

Article history

Diterima:

29 Desember 2020

Diperbaiki:

5 Januari 2021

Disetujui:

25 Juni 2021

Keyword

*DEA surfactants;
Insecticides; Brown
planthopper; Scale up;
Industry*

ABSTRACT

The downstream of DEA surfactant products has great potential in the industrial world, one of which is agricultural product in the form of insecticides. The purpose of this study is to examine the scale multiplication of insecticide products for the brown planthopper on a pilot scale of 25 l and an industrial scale of 1000 l and calculating the selling price of insecticide products with different profit variations based on the cost of production. The scale multiplication was based on the unit of power per unit volume (P_g/V) which had a fixed value. The optimal agitation speed in product formation was obtained from a small-scale experiment, and the results were used to obtain the agitation speed on a large scale, which required the same power per unit volume. A simple step to calculate multiplication of the scale was by using the basic geometric shape of the tools used in the process performed. The determination of the tools used was based on the effectiveness of the two types of tools, namely mixer and homogenizer. Furthermore, the multiplication of the scale into geometric shapes on the scale of 25 l was carried out and continued on the scale of 1000 l. The required parameters in determining the geometry of the reactor were impeller diameter (D_i), tank diameter (D_t), sample of liquid height (H_L), impeller rotation (N_i). The results obtained showed that the effectiveness of insecticide production was higher in the use of this type of homogenizer tool. In this study, the power per unit volume (P_g/V) was fixed. Calculation data obtained from the laboratory scale include H_t ; H_L ; D_i and D_t . On the scale of 25 L were 28.2; 19.5; 12.2 and 33.6 cm, meanwhile on the scale of 1000 L were 95.7; 66.9; 41.7 and 115.4 cm. The result of the calculation of the impeller rotation speed at a scale multiplication of 1000 L was 396 rpm. The calculation of the selling price of the brown planthopper insecticide per bottle (200 ml) for the 50% profit margin was IDR 13,043, the 100% profit margin was IDR 17,390 and the 200% profit margin was IDR 26,086.

This is open access article under the CC-BY-SA license

* Penulis korespondensi

Email : ferdian1608@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v15i4.9304

PENDAHULUAN

Dietanolamida (DEA) merupakan salah satu produk surfaktan yang dihasilkan melalui sintesis minyak nabati. DEA diperoleh dengan mereaksikan antara dietanolamina dan asam lemak atau metil ester melalui proses kimia yang disebut amidasi (Hambali *et al.*, 2012). Beberapa penelitian mengenai surfaktan DEA yang disintesis dari metil ester olein sawit mampu menurunkan tegangan permukaan air dari 72 dyne/cm menjadi 33,82 dyne/cm sampai 32,06 dyne/cm pada skala laboratorium. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan DEA metil ester olein sawit mampu menurunkan tegangan permukaan sekitar 53 – 55% (Hambali *et al.*, 2012).

Meizar *et al.* (2017) menyatakan bahwa potensi surfaktan DEA untuk diproduksi secara komersil sangat tinggi sehingga dilakukan penelitian dalam skala *pilot plant* 25 l yang menghasilkan proses sintesis surfaktan DEA terbaik adalah proses produksi dengan lama proses 4 jam dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan nilai tegangan permukaan 14,28 dyne/cm.

Hilirisasi produk surfaktan DEA memiliki potensi besar di dunia industri. Surfaktan DEA banyak digunakan sebagai bahan tambahan beberapa produk komersil yaitu sabun transparan (Hambali *et al.*, 2005), OSD (*Oil Spil Dispersant*) (Elvina *et al.*, 2016), insektisida nabati (Yusriah *et al.*, 2017), insektisida wereng cokelat (Ferdian *et al.*, 2016).

Insektisida wereng cokelat diperuntukkan untuk mengontrol hama dominan yang menyerang tanaman padi. Potensi kerusakan yang diakibatkan oleh hama tersebut sangat tinggi dan bahkan menyebabkan petani rugi atau gagal panen (Baehaki dan Mejaya, 2014). Pengembangan insektisida wereng cokelat menggunakan surfaktan DEA diperlukan untuk memberikan solusi bagi petani padi. Sehingga memberikan potensi bagi pengusaha apabila akan mengembangkannya dalam skala industri.

Secara umum, apabila melakukan penggandaan skala untuk pengembangan skala industri diawali dengan menggunakan tahapan skala laboratorium, kemudian skala *pilot plant*, dan skala industri (Lee *et al.*, 2011; Rahayuningsih *et al.*, 2007). Penerapan skala industri adalah tahapan yang didalam prosesnya mempertimbangkan aspek tekno-ekonomi

(Rahayuningsih *et al.*, 2007). Peningkatan proses produksi dari skala laboratorium ke *pilot-plant* dan selanjutnya ke skala industri umumnya bersifat empirik, dapat dibantu dengan model yang sesuai (Imamoglu dan Sukan, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji penggandaan skala produk insektisida hama wereng cokelat pada skala pilot 25 L dan skala industri 1000 L dan menghitung harga jual produk insektisida dengan variasi keuntungan yang berbeda berdasarkan harga pokok produksi.

METODE

Identifikasi Spesifikasi Alat Skala Laboratorium

Spesifikasi alat skala laboratorium dijelaskan secara deskriptif berupa fisik dan kemampuan yang dimiliki. Data didapatkan secara langsung maupun hasil studi referensi yang tersedia. Secara fisik meliputi bentuk dan ukuran berupa dimensi alat, jenis impeller sedangkan secara kemampuan dijelaskan beberapa terkait sumber energi, kapasitas alat dan kemampuan putaran agitasi (rpm).

Penggandaan Skala Produksi Berdasarkan Pg/V Tetap

Proses penggandaan skala dimulai dari tahap skala laboratorium menggunakan alat homogenizer merk DAIHAN. Kapasitas produksi yang dilakukan sebesar 60 ml. selanjutnya dilakukan penggandaan skala melalui dua tahapan proses yaitu 25 liter dan 1000 liter. Dari skala laboratorium sebesar 60 ml ke 25 liter dan dari 25 liter ke 1000 liter dengan nisbah diameter impeller dan tinggi media dipertahankan maka diperoleh tinggi dan diameter reaktor serta tinggi media optimum dan diameter impeller. Penentuan agitasi menurut Wang *et al.*, (1979) adalah:

$$(N_{i1})^3 (D_{i1})^2 = (N_{i2})^3 (D_{i2})^2$$

Dari perhitungan tersebut maka diperoleh desain bioreaktor untuk 25 l dan 1000 l dengan diameter, tinggi, volume media, dan diameter impeler yang optimum dengan kondisi proses optimum berupa kecepatan pengadukan sebesar N_{i2} .

Analisis Harga Jual Berdasarkan HPP (Harga Pokok Produksi)

Penentuan harga jual insektisida wereng cokelat dimulai dari tahap pengumpulan data terkait biaya produksi, penentuan harga pokok produksi dan penentuan harga jual (Pealeu *et al.*,

2018). Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi biaya yang dibutuhkan untuk produksi insektisida wereng cokelat pada satuan waktu (hari). Penentuan harga pokok produksi menggunakan metode *variable costing*, sedangkan dalam hal penentuan harga dilakukan melalui penentuan margin keuntungan dengan variasi 50,100 dan 200% pada tiap unit yang dikemas dengan volume 200 ml. Tujuan spesifik pada penentuan harga pokok produksi adalah menentukan harga jual produk, menentukan kebijakan dalam penjualan dan pedoman dalam pembelian alat-alat perlengkapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Alat Skala Laboratorium

Insektisida wereng cokelat hasil formulasi yang diperoleh merupakan kombinasi beberapa bahan yang terbagi menjadi dua fase yaitu fase minyak dan fase air yang diketahui sangat sulit untuk bisa bercampur. Disamping penggunaan surfaktan sebagai emulsifier bagi kedua fase bahan tersebut, diperlukan pula jenis alat pencampur yang sesuai dengan karakteristik bahan bakunya. Alat pencampur tipe homogenizer dipilih dari hasil pengamatan sifat fisik insektisida formulasi EC berupa densitas, tegangan permukaan, ukuran droplet, sudut kontak dan viskositas menunjukkan hasil yang baik (Ferdian *et al.*, 2016).

Spesifikasi alat homogenizer diketahui memiliki dimensi lebar 60 cm, panjang 70 cm dan tinggi 230 cm, kapasitas kerja bahan yang dicampur maksimal pada volume 2500 ml, kecepatan putaran berada dikisaran 2000-27000 rpm, daya motor *input/ output* sebesar 300 / 160 W, *control display* berupa digital LCD (*timer, rpm* dan *grafik power*), bahan berupa *stainless steel*

dengan berat sebesar 2,5 kg. Alat Homogenizer merek DAIHAN *model HG-15D* disajikan pada Gambar 1.

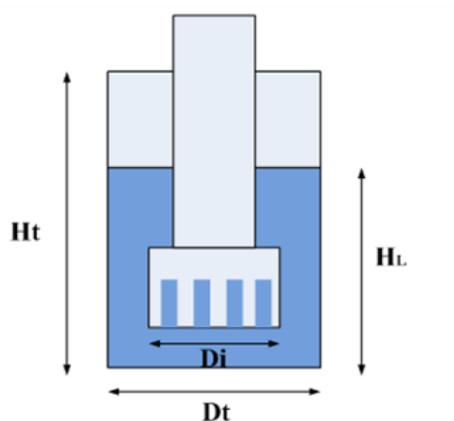
Proses pencampuran untuk menghasilkan insektisida hama wereng cokelat dilakukan melalui beberapa tahapan. Buprofezin dilarutkan menggunakan solvesso 150 dengan perbandingan 1:4 (b/v). Surfaktan DEA dilarutkan dengan air dengan konsentrasi 6% (b/v). Selanjutnya kedua larutan tersebut dicampurkan dengan perbandingan volume sebesar 1:1 (v/v) untuk membentuk formulasi insektisida menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit (Ferdian *et al.*, 2016).

Penggandaan Skala Produksi Berdasarkan P_g/V Tetap

Proses penggandaan skala bertujuan untuk meningkatkan jumlah produksi melalui peningkatan skala alat produksi. Kajian penggandaan skala yang dilakukan merupakan kelanjutan dari hasil percobaan skala laboratorium. Pertimbangan alat yang digunakan untuk proses produksi pada skala industri merupakan langkah yang penting. Hal tersebut berhubungan dengan biaya yang akan diinvestasikan. Penentuan homogenizer sebagai alat yang dipilih dalam penelitian ini memiliki pertimbangan-pertimbangan berupa kebutuhan energi yang cukup besar dan ketersediaan alat operasional pada skala industri yang masih sulit. Begitupun alternatif alat lain berupa *mixer* yang mempertimbangkan lama waktu dan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan produksi yang tidak efisien. Beberapa kelemahan dan kelebihan dari pemilihan alat formulasi pada skala disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1 Alat Homogenizer Merek DAIHAN Model HG-15D



Gambar 1 Skema Geometri Alat Homogenizer Merek DAIHAN

Tabel 1 Deskripsi Kelebihan Dan Kelemahan Alat Formulasi Pada Skala Industri

	<i>Homogenizer</i>	<i>Mixer</i>
Kelebihan	<p>Proses formulasi berlangsung lebih singkat</p> <p>Kemampuan untuk memenuhi kebutuhan produksi lebih efektif</p> <p>Karakteristik produk lebih sesuai standar</p>	<p>Kebutuhan energi lebih kecil</p> <p>Kemudahan operasional dan perakitan alat dalam skala besar</p> <p>Biaya investasi yang lebih terjangkau</p>
Kelemahan	<p>Kebutuhan energi lebih besar</p> <p>Ketersediaan alat operasional dalam skala besar masih sulit</p> <p>Biaya investasi yang tinggi</p>	<p>Proses formulasi berlangsung lebih lama</p> <p>Kemampuan untuk memenuhi kebutuhan produksi yang tidak efisien</p> <p>Karakteristik produk kurang memenuhi standar</p>

Tabel 2 Deskripsi Kelebihan Dan Kelemahan Alat Formulasi Pada Skala Industri Hasil Perhitungan

No	Parameter	Skala laboratorium	Skala 25 liter	Skala 1000 liter
1	Tinggi tangki (Ht)	6,5 cm	28,2 cm	95,7 cm
2	Tinggi cairan sampel (H _L)	3,2 cm	19,5 cm	66,9 cm
3	Diameter <i>impeller</i> (Di)	2,0 cm	12,2 cm	41,7 cm
4	Diameter tangki (Dt)	5,5 cm	33,6 cm	115,4 cm

Penggandaan skala pada tahapan ini dilakukan melalui cara sederhana berupa perhitungan bentuk geometri alat homogenizer yang tersedia menjadi bentuk geometri skala 25 L dan dilanjutkan pada skala 1000 L.

Parameter yang diperlukan di dalam penentuan geometri reaktor adalah diameter *impeller* (Di), diameter tangki (Dt), tinggi cairan sampel (H_L), Putaran *impeller* (Ni). Skema geometri alat *homogenizer* merek DAIHAN seperti disajikan pada Gambar 2.

Pada penelitian ini digunakan basis tenaga per unit volume (Pg/V) adalah tetap. Data spesifikasi alat *homogenizer* skala laboratorium dapat digunakan untuk menentukan parameter penggandaan skala. Hasil perhitungan kecepatan putaran *impeller* pada penggandaan skala 25 l adalah 897 rpm, sedangkan pada skala 1000 l adalah sebesar 396 rpm. Hasil perhitungan penggandaan skala laboratorium ke skala 1000 l disajikan pada Tabel 2.

Analisis harga jual berdasarkan HPP (Harga pokok produksi)

Perhitungan harga pokok produksi insektisida wereng cokelat bertujuan memberikan informasi biaya yang menjadi kebutuhan produksi. Hal tersebut berkaitan dengan semua biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi insektisida wereng cokelat selama periode tertentu. Harga pokok produksi memiliki pengertian biaya untuk memperoleh barang jadi yang siap jual. Harga pokok produksi meliputi keseluruhan bahan baku langsung, tenaga kerja langsung, dan *overhead* pabrik yang dikeluarkan untuk memproduksi barang atau jasa. Penjelasan dari ketiga komponen tersebut diantaranya adalah:

Bahan Baku Langsung

Bahan baku langsung berhubungan dengan komponen yang mendukung dalam kebutuhan produksi, diantaranya biaya pembelian bahan, potongan pembelian, biaya angkut pembelian, biaya penyimpanan, dan lain-lain.

Tenaga Kerja Langsung

Tenaga kerja langsung diantaranya meliputi semua biaya upah karyawan yang terlibat secara langsung dalam proses pembuatan bahan baku menjadi barang jadi atau barang yang siap dijual.

Biaya Overhead Pabrik

Terdapat komponen biaya overhead pabrik meliputi semua biaya-biaya diluar dari biaya perolehan biaya bahan baku langsung dan tenaga kerja langsung (Mulyadi, 2005).

Penetapan harga pokok produksi yang tepat sangat penting bagi perusahaan dalam menjalankan usahanya. Terdapat dua kemungkinan yang akan ditemui apabila perusahaan tidak teliti dalam melakukan perhitungan harga pokok produksi, yaitu: 1) Harga yang terlalu rendah, menyebabkan kerugian karena pendapatan tidak dapat menutupi biaya produksi, 2) Harga pokok yang terlalu tinggi, menyebabkan permasalahan pemasaran karena produk yang dijual kalah dalam persaingan dengan perusahaan lain yang menjual produk sejenis (Sihite dan Sudarno, 2012).

Metode penentuan harga pokok produksi insektisida wereng cokelat menggunakan *variable*

costing. *Variable costing* merupakan metode penentuan biaya produksi yang hanya memperhitungkan biaya produksi yang hanya berperilaku variabel ke dalam biaya produksi, yang terdiri atas biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik *variable* (Mulyadi, 2005).

Kegiatan produksi yang dilakukan berkaitan dengan estimasi waktu yang dibutuhkan dari persiapan bahan baku hingga proses terakhir yaitu pengemasan dan pelabelan produk. Proses produksi insektisida wereng cokelat menggunakan sistem *batch* 1000 L. Estimasi waktu yang dibutuhkan meliputi persiapan bahan baku (penimbangan) selama 20 menit, proses pelarutan bahan aktif dan surfaktan DEA selama 15 menit, proses formulasi insektisida selama 10 menit dan proses pengemasan selama 25 menit. Jadi waktu yang dibutuhkan untuk sekali proses adalah 1 jam 10 menit/*batch*. Apabila jam kerja yang telah tersedia adalah 8 jam dan terdapat satu buah reaktor, maka kemampuan industri melakukan proses produksi adalah 5 kali proses produksi (5000 liter) dengan estimasi waktu sebanyak 6 jam.

Biaya bahan baku mencakup semua kebutuhan bahan yang digunakan pada proses formulasi insektisida wereng cokelat. Kebutuhan biaya bahan baku adalah Rp 123.670.400/hari. Biaya tenaga kerja langsung merupakan biaya yang dikeluarkan bagi tenaga kerja yang berhubungan langsung dengan proses produksi. Biaya tenaga kerja langsung adalah sebesar Rp 4.500.000. Biaya *overhead* pabrik *variable* sebesar Rp 63.700.000. Biaya produksi meliputi biaya kebutuhan penunjang dalam proses produksi sebesar Rp 5.750.000. Total keseluruhan biaya yang dibutuhkan selama proses produksi insektisida wereng cokelat dalam sehari adalah Rp 197.620.000. Rincian biaya harga pokok produksi insektisida wereng cokelat dapat dilihat di Lampiran 5.

Total produksi insektisida wereng cokelat adalah 5000 l per hari. Jadi didapatkan harga pokok produksi sebesar Rp 7.905/200 ml. Simulasi estimasi harga jual insektisida yang dihasilkan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Simulasi Estimasi Harga Jual Insektisida Yang Dihasilkan

Produk yang dihasilkan per hari (5000 liter)	Asumsi persentase keuntungan (%)		
	50	100	200
HPP/200ml	Rp 7.905	Rp 7.905	Rp 7.905
Keuntungan	Rp 3.952	Rp 7.905	Rp 15.810
Harga + keuntungan	Rp 11.857	Rp 15.810	Rp 23.714
PPn (10%)	Rp 1.186	Rp 1.580	Rp 2.371
Harga + keuntungan + PPn	Rp 13.043	Rp 17.390	Rp 26.086

Harga jual produk insektisida dapat ditentukan dengan memperhitungkan presentase keuntungan yang akan diraih dari biaya pokok produksi. Berdasarkan asumsi perolehan keuntungan dan pajak pertambahan nilai (PPn) 10% maka dihasilkan harga jual insektisida wereng cokelat per botol (200 ml) untuk presentase keuntungan 50% adalah Rp 13.043, prosentase keuntungan 100% adalah Rp 17.390 dan presentase keuntungan 200% adalah Rp 26.086. Hasil perhitungan harga pokok produksi terhadap produk insektisida wereng cokelat diketahui lebih ekonomis baik pada tingkat presentase 50, 100 dan 200 % apabila dibandingkan harga produk insektisida komersial dengan komposisi dan bahan aktif yang sama. Harga produk insektisida komersial tersebut dengan volume yang sama adalah Rp30.000.

Selain itu juga, apabila melihat potensi sumber daya alam yang tersedia sebagai bahan baku untuk jangka waktu yang panjang. Penggunaan surfaktan sintetis diprediksi akan semakin mahal dengan ketersediaan bahan baku minyak bumi/petroleum yang semakin terbatas karena merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (Sa'adah *et al.*, 2017). Berbeda halnya dengan ketersediaan bahan baku untuk surfaktan dietanolamida (DEA) dengan bahan baku minyak sawit yang melimpah karena merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui (Meizar *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data perhitungan penggandaan skala alat proses homogenizer dari skala laboratorium meliputi Ht; Hl ; Di dan Dt secara berurutan pada skala 25 l adalah 28,2 ; 19,5; 12,2 dan 33,6 cm, sedangkan pada skala 1000 l adalah 95,7; 66,9; 41,7 dan 115,4 cm. Hasil perhitungan kecepatan putaran *impeller* (rpm) pada penggandaan skala 25 l dan

1000 l adalah sebesar 897 dan 396 rpm. Perhitungan harga jual produk insektisida wereng cokelat per botol (200 ml) untuk presentase keuntungan 50% adalah Rp 13.043, prosentase keuntungan 100% adalah Rp 17.390 dan presentase keuntungan 200% adalah Rp 26.086.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki, Mejaya, I. M. J. 2014. Wereng cokelat sebagai hama global bernilai ekonomi tinggi dan strategi pengendaliannya. *Iptek Tanaman Pangan*, 9(1), 1–12.
- Elvina, W., Hambali, E., Yani, M. 2016. Formulasi dispersan minyak bumi dari surfaktan dietanolamida (DEA) dan metil ester sulfonat (MES). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26(1), 104–110.
- Ferdian, M. A., Hambali, E., Rahayuningsih, M. 2016. Studi perbandingan produk insektisida formulasi EC dengan penambahan surfaktan DEA menggunakan vortex, mixer dan homogenizer. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26(1), 60–67.
- Hambali, E., Bunasor, T. K., Suryani, A., Giri, A. K. 2005. Aplikasi dietanolamida dari asam laurat minyak inti sawit pada pembuatan sabun transparan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(2), 46–53.
- Hambali, E., Suryani, A., Rivai, M. 2012. *Teknologi Surfaktan dan Aplikasinya*. IPB Pr, Bogor.
- Imamoglu, E., Sukan, F. V. 2013. Scale-up and kinetic modeling for bioethanol production. *Bioresource Technology*, 144, 311–320. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.06.118>
- Lee, J. W., Houtman, C. J., Kim, H. Y., Choi, I. G., Jeffries, T. W. 2011. Scale-up study of oxalic acid pretreatment of agricultural lignocellulosic biomass for the production of bioethanol. *Bioresource Technology*,

- 102(16), 7451–7456.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.05.022>
- Meizar, D. V., Suryani, A., Hambali, E. 2017. Sintesis surfaktan dietanolamida (DEA) dari metil ester olein sawit menggunakan reaktor 25 liter. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(3), 328–335. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.3.328>
- Mulyadi. 2005. *Akuntansi Biaya*. Unit Penerbit Dan Percetakan Akademi Manajemen Perusahaan YKPN.
- Pelealu, A. J. H., Manoppo, W. S., Mangindaan, J. V. 2018. Analisis perhitungan harga pokok produksi dengan menggunakan metode full costing sebagai dasar perhitungan harga jual (Studi kasus pada Kertina's Home Industry). *Jurnal Administrasi Bisnis*, 6(2), 34–40.
- Rahayuningsih, M., Syamsu, K., Darwis, A. A., Purnawati, R. 2007. Penggandaan skala produksi bioinsektisida *bacillus thuringiensis* var. *israelensis* untuk membasmi jentik nyamuk *aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 12(2), 123–130.
- Sa'adah, A. F., Fauzi, A., Juanda, B. 2017. Peramalan penyediaan dan konsumsi bahan bakar minyak Indonesia dengan model sistem dinamik. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118–137.
- Sihite, L. B., Sudarno. 2012. Analisis penentuan harga pokok produksi pada perusahaan garam beryodium (Studi Kasus pada UD. Empat Mutiara). *Diponegoro Journal of Accounting*, 1(1), 1–15.
- Wang, D. I. C., Cooney, C., Demai, A. L., Dunhill, P., Lily, A., Humphrey, M. 1979. *Fermentation and Enzyme Technology*. John Wiley and Sons.
- Yusriah, Hambali, E., Dadang. 2017. Formulasi insektisida nabati minyak bungkil mimba dengan surfaktan DEA. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(3), 310–317. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.3.310>