

Application and Kinetics Study of Fractination Pyrolysis Product from Cashew Nut Shell As Antifungal of Candida albicans

Ustamuni¹, Laily Nurliana*¹, Rustam Musta²

¹Chemistry Department, Mathematics and Natural Sciences Faculty, Halu Oleo University, Kendari

²Chemistry Department, Teacher Training dan Education Faculty, Halu Oleo University, Kendari

*corresponding author: lailynurliana@gmail.com

DOI : [10.20885/ijca.vol2.iss2.art1](https://doi.org/10.20885/ijca.vol2.iss2.art1)

ARTIKEL INFO

Diterima : 14 Februari 2019
Direvisi : 06 Juli 2019
Diterbitkan : 23 September 2019
Kata kunci : *cashew nut shells*,
pyrolysis, fractional distillation, *C. albicans*, chemical kinetics

ABSTRAK

Research on application and kinetics study of fractionation pyrolysis product from cashew nut shell as antifungal of Candida albicans has been carried out. This study aims to determine the constituent compounds, antifungal activity and chemical kinetics including order and rate constants of antifungal activity C. albicans from fractional distillation results of cashew nut shell pyrolysis products. Cashew nuts were hydrolyzed and purified using a fractional distillation device. The results of the antifungal activity test C. albicans from fractional distillation results of cashew nut shell pyrolysis products showed that the inhibitory power varied from each concentration variation of 12.5%, 25%, 50%, 75%, and 100%. The concentration of 100% was the highest inhibitory characterized by the formation of a clear zone of 18.23 mm which indicates that the inhibitory force is a strong category. The clear zone that has been formed was calculated in terms of its chemical kinetics including the reaction order and the activity rate constant. The reaction order of antifungals C. albicans from the results of fractional distillation of cashew nut shell pyrolysis products is 0.15 with a constant activity rate of 8.74.

1. PENDAHULUAN

Produk utama tanaman jambu mete adalah kacang mete, sedangkan limbahnya adalah cangkang biji jambu mete [1]. Produksi pengupasan kacang mete pada tahun 2013 sebesar 117.537 ton dengan limbah cangkang biji jambu mete yang dihasilkan sekitar $\pm 5.289.158.767$ ton [2]. Cangkang biji jambu mete sampai saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal, sebagian besar masih merupakan limbah [3]. Menurut Hidayat dkk. (2008) senyawa fenol alami yang terdapat pada kandungan minyak biji jambu mete atau *CNSL (Cashew Nut Shell Liquid)* banyak dimanfaatkan pada industri farmasi, insektisida, perekat, vernis dan cat, kanvas rem dan plat kopling kendaraan, resin laminating, epoxy resin, pengecoran logam, semen, surfaktan, formulasi karet dan berbagai industri kimia [4]. Salah satu teknologi alternatif untuk mendapatkan senyawa fenolik alami dari cangkang biji jambu mete yaitu dengan teknik pirolisis. Menurut Bridgwater (2004) pirolisis didefinisikan sebagai proses dekomposisi suatu bahan oleh panas tanpa menggunakan oksigen yang diawali oleh pembakaran dan gasifikasi, serta diikuti oksidasi total atau parsial dari produk utama [5]. Selanjutnya, Demirbas (2005) menyatakan proses pirolisis mendegradasi suatu biomassa menjadi arang, tar dan gas [6].



Salah satu manfaat senyawa fenol yaitu dapat digunakan sebagai antijamur. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Widyaningrum dan Try (2015) tentang senyawa fenol yang terdapat dalam daun sidaguri (*Sida rhombifolia*) sebagai antijamur *C. albicans* yang ditandai dengan terbentuknya zona bening [7]. Salni dkk. (2013) pernah juga melakukan penelitian tentang senyawa fenol yang terdapat dalam rimpang lengkuas putih yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* dengan zona bening maksimal yang terbentuk 21,67 mm pada konsentrasi 10% [8].

C. albicans merupakan mikroflora normal yang hidup dalam tubuh manusia, namun dapat menjadi patogen saat keseimbangan flora normal seseorang terganggu ataupun pertahanan imunnya menurun [9]. *C. albicans* menimbulkan suatu keadaan yang disebut dengan kandidiasis yaitu penyakit pada mulut, selaput lendir, saluran pencernaan, saluran pernafasan dan saluran genital terutama pada wanita [10]. Pengaruh variasi konsentrasi hasil destilasi fraksional produk pirolisis cangkang biji jambu mete terhadap aktivitas antijamur *C. albicans* dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan kinetika kimia yaitu dengan menentukan orde reaksi dan tetapan lajunya. Menurut Yozanna (2016), orde reaksi adalah besarnya pengaruh konsentrasi pereaksi pada laju reaksi [11]. Salah satu yang mempengaruhi laju reaksi yaitu konsentrasi dimana semakin besar nilai konsentrasinya maka laju reaksinya akan semakin cepat. Tetapan laju reaksi setara dengan konsentrasi berpangkat yang disebut orde reaksi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang uji antijamur *C. albicans* dari hasil destilasi fraksional produk pirolisis cangkang biji jambu mete dan tinjauan aspek kinetiknya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set alat pirolisis sederhana, satu set alat destilasi fraksional, gelas kimia 1000 mL, corong pisah, alat KG-SM, inkubator, neraca analitik (Acis), autoklaf (Wisecclave), waterbath (HWS24), lemari pendingin (SHARP), pipet mikro (DRAGON ONEMED), laminar air flow cabinet, shaker incubator (Ratex), lampu UV, hot plate, mistar, spidol, tabung eppendorf, kawat ose, cawan petri (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), gelas kimia (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), corong (Pyrex), corong pisa (Pyrex), spritus, spatula, vortex, pipet ukur, oven, pipet tetes, botol vial, botol gelap, korek api dan pisau.

2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak hasil pirolisis cangkang biji jambu mete segar (*Anacardium occidentale*), *Candida albicans ATCC 10231*, plastik wrap, kertas label, ketokonazol 2%, kaldu kentang, dextrosa, minyak tween, akuades, alkohol 70%, agar-agar, gas, kertas saring whatman, kain kasa, kapas steril, dan aluminium foil.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Pemurnian Ekstrak Cangkang Biji Jambu Mete dengan menggunakan Destilasi Fraksional

Minyak cangkang biji jambu mete hasil pirolisis, diambil sebanyak 500 mL, kemudian dimasukkan dalam wadah alat destilasi fraksional. Proses destilasi fraksional berlangsung sampai didapatkan fraksi.

2.3.2. Pengujian Aktivitas Antijamur Sterilisasi alat dan bahan

Seluruh alat dicuci bersih dan dikeringkan. Botol vial, tabung reaksi, erlenmeyer, cawan petri dibungkus dengan kertas. Kemudian semuanya disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Pengerjaan aseptis dilakukan di dalam Laminar Air Flow yang sebelumnya telah dibersihkan

dengan larutan alkohol 70%, lalu disterilkan dengan lampu UV yang dinyalakan selama kurang lebih 1 jam sebelum digunakan dalam uji antijamur [12].

Peremajaan jamur dalam Media Padat (PDA)

Media PDA dibuat dengan cara menimbang 0,2 gram dextrosa dan 0,4 gram agar dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 20 mL kaldu kentang dan diaduk hingga homogen. Setelah homogen erlenmeyer ditutup dengan kain kasa dan kapas (disumbat) kemudian diautoklaf pada tekanan 121 Mpa. Media PDA yang telah dibentuk diletakkan dalam *Laminar air flow* dan disinari sinar *uv* selama beberapa menit. 20 mL media PDA dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian tabung reaksi dimiringkan hingga memadat dan digoreskan 1 ose jamur *C. albicans* dalam media PDA pada tabung reaksi, lalu tabung reaksi ditutup dengan kasa dan kapas kemudian diinkubasi selama 3 x 24 jam pada suhu 37°C [13].

Peremajaan dalam Media Cair

Membuat media cair dengan menimbang 0,1 gram dekstrosa dan dimasukkan dalam botol vial. Setelah dimasukkan dalam botol vial ditambahkan 10 mL kaldu kentang kemudian diaduk hingga homogen. Setelah diaduk, botol vial ditutup dengan kasa dan kapas (sumbat) kemudian diautoklaf pada tekanan 121 Mpa. Media cair yang telah terbentuk diletakkan pada *laminar air flow* dan disinari sinar *UV* selama beberapa menit. Digoreskan 1 ose jamur *C. albicans* dalam media cair dalam botol vial kemudian botol vial ditutup dengan kain kasa dan kapas (sumbat) dan diinkubasi selama 3 x 24 jam pada suhu 37°C

Uji Aktivitas Antijamur *Candida albicans*

Medium PDA dipipet sebanyak 20 mL, kemudian dimasukkan dalam tabung effendorf dan ditambahkan 10 μ L inokulum jamur *C. albicans* lalu dikocok hingga homogen. Setelah homogen dituang dalam cawan petri dengan gerakan memutar hingga media merata pada permukaan cawan petri, lalu didiamkan beberapa menit hingga memadat. Kemudian diletakkan kertas cakram (diameter 0,5 cm) yang telah direndam dalam larutan uji (fraksi hasil pirolisis 100%, 75%, 50%, 25%, 12,5%), kontrol positif (ketokonazol 2%), kontrol negatif (minyak tween) pada permukaan media agar yang telah memadat. Setelah itu, cawan petri ditutup dengan rapat dan dibungkus dengan plastik wrap. Kemudian diinkubasi selama 3 x 24 jam dalam suhu ruang dan diukur zona hambat yang terbentuk [12].

2.4. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh antara lain nilai zona bening isolat pada uji antijamur dan tinjauan aspek kinetiknya meliputi orde reaksi dan tetapan laju reaksi aktivitas antijamur dengan menggunakan metode regresi linear yang ditentukan dengan menggunakan persamaan [14]:

$$r = k [A]^a.$$

Keterangan : r = Laju, k = Konstanta laju reaksi, [A] = Konsentrasi zat, a = Orde reaksi. Dari regresi linear akan diperoleh persamaan :

$$y = a+bx \text{ atau}$$

$$\log r = \log k + n \log [A]$$

Hal ini berarti bahwa jika dibuat plot hubungan $\log [A]$ terhadap $\log r$ maka akan diperoleh :

$$a = \log k$$

$$k = 10^a$$

$$b = n = \text{orde}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemurnian Hasil Pirolisis Cangkang Biji Jambu Mete dengan menggunakan Destilasi Fraksional

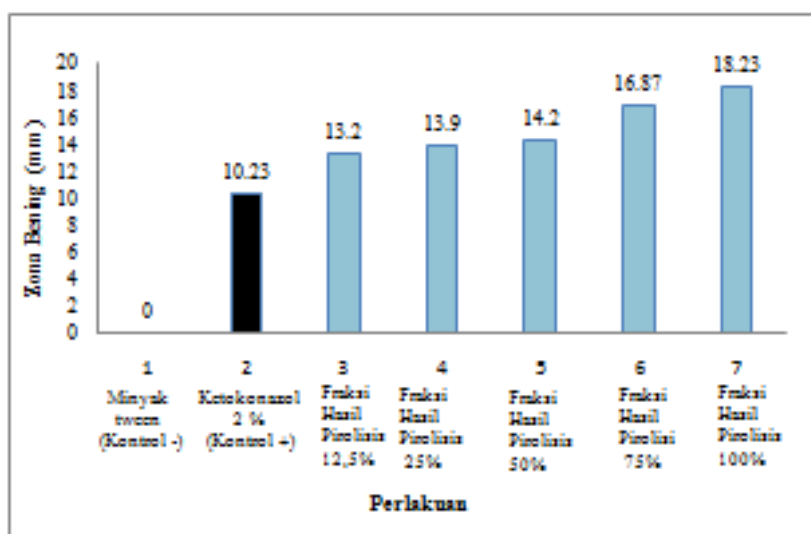
Hasil pirolisis dari cangkang biji jambu mete pada penelitian ini masih mengandung *char* atau arang. Untuk memisahkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam hasil pirolisis yang masih mengandung arang dapat dilakukan dengan menggunakan metode destilasi fraksional. Destilasi

fraksional bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa dari suatu campuran yang komponen-komponennya memiliki perbedaan titik didih relatif kecil. Pada proses destilasi fraksional digunakan kolom fraksinasi yang berfungsi untuk memisahkan uap campuran senyawa cair yang titik didihnya hampir sama atau tidak begitu berbeda [15].

Keunggulan dengan menggunakan metode ini yaitu dapat memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan. Sehingga senyawa yang terdapat dalam hasil pirolisis dapat dipisahkan dari zat pengotornya. Fraksi yang dihasilkan pada penelitian ini ada dua fraksi. Fraksi pertama berwarna kuning yang merupakan bio solar. Sedangkan fraksi kedua berwarna bening yang diduga senyawa fenol dan asam-asam organik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Salni dkk. (2013) bahwa senyawa fenol dapat menghambat pertumbuhan jamur *C.albicans* [8]. Sedangkan menurut Lukstadt dkk., 2014 dalam Rahadi, 2017 menyatakan bahwa asam organik dapat menghambat aktivitas jamur [16].

3.2. Aktivitas Antijamur dari Hasil Destilasi Fraksional Produk Pirolisis Cangkang Biji Jambu Mete dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*

Hasil analisis uji aktivitas antijamur fraksi hasil pirolisis dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* dilihat pada gambar berikut: Gambar 1. :



Gambar 1. Hasil uji antijamur fraksi hasil pirolisis dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans*

Gambar 2 memperlihatkan aktivitas ketokonazol sebagai kontrol positif lebih kecil dibandingkan aktivitas fraksi hasil pirolisis. Berdasarkan data tersebut fraksi hasil pirolisis dapat digunakan sebagai antijamur *C. albicans*. Gambar 2 juga menunjukkan bahwa pada tiap-tiap variasi konsentrasi fraksi hasil pirolisis memiliki aktivitas antijamur yang berbeda-beda. Berturut-turut untuk konsentrasi 12,5; 25; 50, 75 dan 100% memberikan aktivitas yang dinyatakan dalam luas zona bening berturut-turut 13,2; 13,9; 14,20; 16,87 dan 18,23 mm. Data ini memperlihatkan bahwa terdapat peningkatan zona bening seiring bertambahnya konsentrasi fraksi hasil pirolisis. Rata-rata diameter zona bening tertinggi fraksi hasil pirolisis yaitu 18,23 mm. Menurut Suryani dkk. (2018) diameter zona bening 11-20 mm memberikan respon hambatan pertumbuhan kuat. Dengan demikian respon hambatan zona bening fraksi hasil pirolisis pada penelitian ini memberikan respon daya hambat kuat [17].

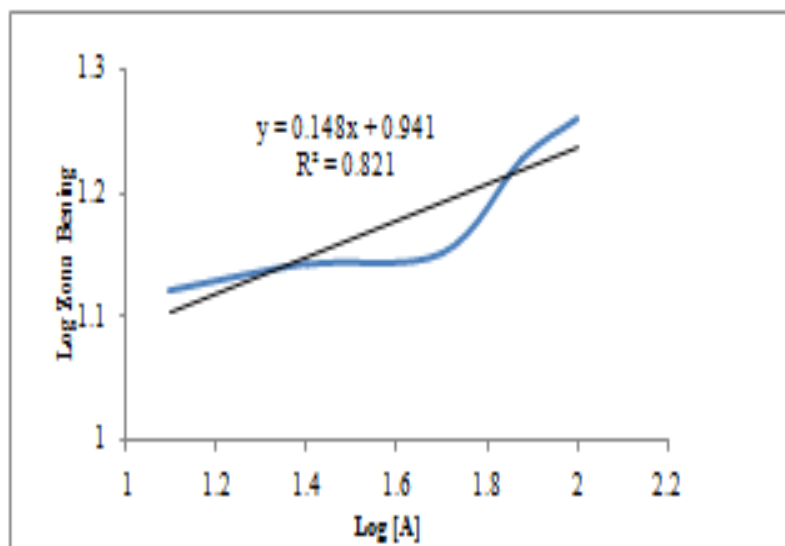
Hasil pirolisis dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* dimungkinkan karena adanya asam-asam organik dan senyawa fenol yang terkandung dalam fraksi hasil pirolisis. Ketika = di dalam sel mikroba, asam melepaskan protonnya (H⁺) di lingkungan alkalin yang lebih basa dari sitoplasma, sehingga terjadi penurunan pH intraselular jamur. Ini mempengaruhi metabolisme mikroba, menghambat aksi enzim penting mikroba. Sel jamur dipaksa mengeluarkan energi untuk mengeluarkan

proton, yang menyebabkan akumulasi anion asam intraselular, tergantung pada gradien pH di seluruh membran. Anion di dalam sel mikroba diperkirakan mengganggu proses metabolisme dalam sel [16].

Selain asam organik, senyawa fenol juga berperan dalam menghambat aktivitas jamur seperti jamur *C. albicans*. Menurut Sulistiyawati dan Mulyani (2009) dalam Putu (2016) senyawa fenol berfungsi sebagai antijamur karena ion H^+ fenol dapat menyerang gugus polar (gugus fosfat) pada fosfolipid membran sel jamur seperti *C. albicans* sehingga fosfolipid akan terurai [18]. Hal tersebut menyebabkan fosfolipid tidak dapat mempertahankan bentuk membran sel, akibatnya membran akan bocor dan jamur akan mengalami penghambatan pertumbuhan bahkan akan mati.

3.3. Aspek Kinetika Kimia Antijamur dari Hasil Destilasi Fraksional Produk Pirolisis Cangkang Biji Jambu Mete dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*

Analisis uji aspek kinetika kimia aktivitas antijamur fraksi hasil pirolisis dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* dapat dilihat pada Gambar 2:



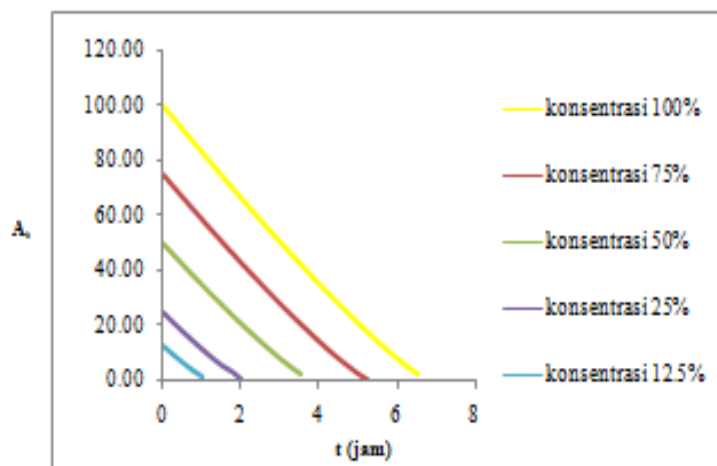
Gambar 2. Hasil uji kinetika kimia antijamur fraksi hasil pirolisis dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans*

Berdasarkan Gambar 2. diperoleh persamaan $y = 0,148x + 0,941$ dengan nilai R^2 yaitu 0.821. nilai dari R^2 dijadikan sebagai pengukuran seberapa baik garis regresi mendekati nilai dari data asli. Nilai R^2 yang diperoleh yaitu 0.821 yang mempunyai arti bahwa sebesar 80% variasi dari variabel Y yaitu log zona bening dapat diterangkan dengan variabel X yaitu log [A] sedangkan sisanya yaitu 0,2 dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diketahui atau variabilitas yang inheren. Menurut Sujana (1982) dalam Anggraeni (2008) nilai R^2 yang dihasilkan termaksud kategori nilai koefisien korelasi kategori sangat kuat [19]. Persamaan yang diperoleh pada Gambar 2 dapat diketahui nilai orde dan tetapan laju aktivitasnya yang dapat dilihat pada Lampiran 9.a. Orde reaksi yang diperoleh dari grafik jika dibulatkan yaitu 0,15 dan tetapan lajunya sebesar 8,74. Orde reaksi digunakan untuk mengetahui percepatan reaksi ketika ditambahkan reaktan. Orde yang dihasilkan pada penelitian ini berada diantara orde 0 dan orde 1. Orde 0 menandakan tidak adanya percepatan reaksi ketika ditambahkan reaktan sedangkan orde 1 menandakan adanya percepatan reaksi ketika ditambahkan reaktan misalnya ketika reaktan ditambahkan sebanyak dua kali maka percepatannya akan bertambah sebanyak dua kali.

Orde yang dihasilkan pada penelitian ini lebih mendekati orde 0, sehingga sifatnya akan lebih mendekati orde 0 walaupun tidak sama persis dengan sifat orde 0. Hal ini dapat dilihat pada zona bening yang dihasilkan pada konsentrasi 12,5; 25; 50; 75 dan 100% secara berturut-turut yaitu 13,2; 13,9; 14,20; 16,87 dan 18,23 mm. Dari data zona bening yang dihasilkan dapat dilihat penambahan reaktan tidak

terlalu mempengaruhi percepatan reaksi atau percepatan reaksinya berjalan lambat. Orde reaksi dan tetapan laju yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung zona bening secara teoritis. Zona bening yang dihasilkan antara data eksperimen dan data teoritis tidak jauh berbeda.

Orde reaksi dan tetapan laju yang diperoleh pada penelitian ini selain digunakan untuk mengetahui zona bening secara teoritis dapat juga digunakan untuk mengetahui konsentrasi senyawa dari fraksi hasil pirolisis yang belum dan sudah bereaksi dalam menghambat aktivitas jamur dengan menggunakan persamaan di atas. Berdasarkan hubungan tersebut dapat dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi fraksi hasil pirolisis dengan lima konsentrasi yang berbeda yang masih tersisa setiap saat

Gambar 3 memperlihatkan proses fraksi hasil pirolisis dalam menghambat aktivitas jamur *C.albicans* tidak linear yang menandakan bahwa proses senyawa aktif dari fraksi hasil pirolisis dalam menghambat aktivitas jamur *C.albicans* tidak terjadi secara bertahap. Selain itu, pada Gambar 3 juga memperlihatkan bahwa waktu habisnya fraksi hasil pirolisis dalam menghambat aktivitas jamur *C.albicans* berbeda-beda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, semakin kecil konsentrasinya fraksi hasil pirolisis dalam menghambat aktivitas jamur *C.albicans* maka senyawa tersebut akan cepat habis.

4. KESIMPULAN

Hasil uji aktivitas antijamur *C. albicans* hasil destilasi fraksional produk pirolisis cangkang biji jambu mete menunjukkan daya hambat yang berbeda untuk setiap variasi konsentrasi 12,5%, 25%, 50%, 75% dan 100% dengan konsentrasi 100% yang memberikan daya hambat yang lebih baik dengan zona bening yang dihasilkan 18,23 mm, yang menandakan bahwa respon daya hambatnya termasuk kategori kuat. Orde reaksi dari aktivitas antijamur *C. albicans* dari hasil destilasi fraksional produk pirolisis cangkang biji jambu mete diperoleh sebesar 0,15 dengan tetapan laju aktivitasnya yaitu 8,74.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Hj. Maulidiyah, M.Si, Andi Laila Nugrawati M, S.Si., M.Si dan La Ode Ahmad, S.Si., M.Si., Ph.D memberikan saran dan masukan pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] BPS (Badan Pusat Statistik), 2015, *Statistik Perkebunan*, Badan Pusat Statistik. Jakarta.

- [2] K.I.W. Turaini, I.W. Putu and S. Pharmawata, "Pertumbuhan Bibit Jambu Mete (*Anacardium Occidentale L.*) pada Berbagai Komposisi Media Tanam dan Dosis Pupuk Urea", *Ganeç Swara*. 9(1), 2015.
- [3] N. Sakinah, H. B. D. Mochamad, Hariyadi and M. Dyah, "Pemanfaatan Limbah Kulit Jambu Mete Sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Tanaman Mete", *J. Agro. Indonesia*, vol. 42(3), pp. 250-255, 2015
- [4] T. Hidayat, S. Illah, S. Ani, C. S. Titi C and Risfaheri, "Pembuatan Resin Fenolik dari Destilat Cairan Kulit Biji Mete Sebagai Bahan Baku Vernis", *J. Pascapanen.*, vol 5(1), pp. 21-31, 2008
- [5] A. V. Bridgwater, "Biomass fast pyrolysis", *Thermal Science*. vol 8(2), pp. 21-49, 2004
- [6] A. Demirbas, "Conversion of Biomass Using Glycerine to Liquid Fuel for Blending Gasoline as Alternative Engine Fuel. *Energy Conversion and Management*", vol 41, pp. 1741-1748, 2000.
- [7] T. Widyanigrum and W. Try, "Uji Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Daun Sidaguri (*Sida rhombifolia*) Terhadap *Candida albicans*", *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 2015
- [8] N. A. Salni. and S. Reny, "Isolasi Senyawa Antijamur dari Rimpang Lengkuas Putih (*Alpinia galanga (L.) Willd*) dan Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum Terhadap *Candida albicans*", *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2013
- [9] M. N. Hasan, 2015, Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus L.*) dalam Beberapa Pelarut Organik terhadap Aktivitas Antioksidan dan Antifungi Secara In Vitro, Skripsi, Fakultas MIPA. Universitas Islam Negeri. Malang.
- [10] M. J. Pelezar and S. Chan, 200, *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*, UI Press, Jakarta.
- [11] O. Yozanna, 2016, *Kinetika Reaksi Transterifikasi Minyak Jelantah*, Skripsi, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [12] L. N. Risnawati. and K. Desy, "Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri dari Tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Sebagai Antijamur *Candida Albicans*", *Ind. J. Chem. Res.*, vol. 4(2), pp. 386-393, 2017
- [13] M. Hidayatullah, 2012, Uji Daya Antifungi Minyak Atsiri Bawang Merah (*Allium Ascalonicum.L*) Terhadap *Candida Albicans Atcc 10231* Secara In Vitro, Skripsi, Fakultas Kedokteran. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- [14] V. I. Dybkov, 2013, *Chemical Kinetics*, IPMS Publications, Kyiv, Ukraine
- [15] K. B. A. Walangare, A. S. M. Lumenta, J. O. Wuwung and B. A. Sugiarto, "Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum dengan Proses Destilasi Sederhana menggunakan Pemanas Elektrik", *E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 2013.
- [16] S. Rahadi, "Acidifier sebagai Feed Aditif". 2017. *Agripreneurship.com*. Diakses tanggal 31 Juli 2018.
- [17] R. T. M. Suryani, B. K. Putu, Y.S. Gede, and S. R. Wiwik, "Aktivitas Minyak Atsiri Daun Cengkeh Sebagai Antijamur Terhadap *Candida albicans*", *Jurnal Media Sains*, vol. 2(1), 2018
- [18] N. L. P. A. Putu, 2016, Uji Aktivitas Antifungi Minyak Atsiri Daun Sirih Hijau (*Piper betle L.*) dari Daerah dengan Variasi Ketinggian Tempat Tumbuh di Bali Terhadap Fungi *Candida albicans Atcc 10231* dengan Menggunakan Metode Difusi Disk, Skripsi, Jurusan Farmasi. Universitas Udayana
- [19] M. Anggraeni, 2008, Kajian Penggunaan Poly Aluminium Chloride (PAC) Dalam Proses Pemurnian Nira Aren dan Lama Pemurnian Terhadap Karakteristik Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*), Skripsi, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.