THE EFFECT OF COCONUT SHELL LIQUID SMOKE CONCENTRATION AND STORAGE TIME ON THE QUALITY OF FRESH COB FILLET

Mudasir¹⁾, Ruka Yulia^{2)*}, Irmayanti¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian

²⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Serambi Mekkah, Jl. Unmuha, Batoh, Kec. Lueng Bata, Kota Banda Aceh, Aceh 23245

*email: ruka.yulia@gmail.com

Article Info

Article history:

Received

06/11/2021

Received in revised

06/11/2021

Accepted

06/15/2021

Abstract

This study aims to determine the effect of the concentration of coconut shell waste liquid smoke on the preservation of tuna, determine the effect of storage time on the preservation of tuna, determine the effect of the interaction between liquid smoke and storage time on the preservation of tuna. The study used a descriptive method with two factors, namely the concentration of coconut shell liquid smoke, namely 1, 2, 3%. The data was taken on the storage time, namely 1 day, 3 days, 5 days. The results showed that the best conditions for preserving fresh cob fillets were from a concentration of 2% liquid smoke and a storage time of 5 days. with the highest water content of 70.64%, pH of 2.23, aroma organoleptic test of 3.65 (like), and texture organoleptic test of 4.20 (like).

Keywords: smoke liquid, shell coconut, cob fillet

PENGARUH KONSENTRASI ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP KUALITAS FILLET IKAN TONGKOL SEGAR

Abstrak

Penelitian ini telah bertujuan untuk Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asap cair limbah tempurung kelapa terhadap pengawetan ikan tongkol, mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap pengawetan ikan tongkol, mengetahui pengaruh interaksi antara asap cair dan lama penyimpanan terhadap pengawetan ikan tongkol. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan dua faktor yaitu konsentrasi asap cair tempurung kelapa yaitu 1, 2, 3%. Data diambil pada lama penyimpanan yaitu adalah 1 hari, 3 hari, 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik pengawetan fillet ikan tongkol dari konsentrasi asap cair 2% dan lama penyimpanan 5 hari. dengan kadar air tertinggi sebesar 70,64%, pH sebesar 2,23, uji organoleptik aroma sebesar 3,65 (suka), dan uji organoleptik tekstur sebesar 4,20 (suka).

Kata kunci: asap cair, tempurung kelapa, fillet ikan tongkol

PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu hasil kekayaan laut yang digemari masyarakat Indonesia untuk dijadikan bahan pangan

(Syarifuddin, 2016). Kandungan gizi pada ikan adalah protein, mineral, vitamin dan lemak tak jenuh. Protein dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan pengganti sel-sel

tubuh yang rusak. Salah satu ikan yang hidup di perairan laut Indonesia adalah ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) (Syarifuddin, 2016).

Ikan tongkol termasuk ikan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Ikan tongkol populer di masyarakat karena memiliki rasa yang lezat dan dapat di olah dengan cara dipanggang, di kukus, di pindang, di asinkan, maupun bentuk olahan lainnya (Adyas dkk, 2015). Menurut penelitian Kurniawati (2014) menunjukkan bahwa ikan tongkol kaya akan asam lemak omega-3 yang penting untuk mempertahankan fungsi normal organ tubuh.

Menurut penelitian Sanger (2010) menunjukkan bahwa kandungan gizi daging ikan tongkol per 100 gram mempunyai komposisi kimia yang terdiri dari air 69,40%; lemak 1,50%; protein 25,00% dan karbohidrat 0,03%. Sebagai salah satu sumber protein hewani, ikan tongkol mudah mengalami kerusakan atau pembusukan. Penyebab kerusakan ikan antara lain kadar air yang tinggi (70-80% dari berat daging) yang menyebabkan mikroorganisme mudah untuk tumbuh dan berkembang biak (Astawan, 2004). Ikan tongkol segar akan membusuk 5-8 jam setelah penangkapan. Ikan tongkol akan mengalami kerusakan apabila hanya dibiarkan pada suhu ruang. pH ikan tongkol yang masih segar adalah 6,0-6,5 dengan batas ikan yang layak dikonsumsi pada pH 6,8. Sedangkan ikan yang rusak mempunyai pH 7,0 atau lebih (Warsito dkk, 2015). Oleh karena itu perlu adanya bahan untuk mengawetkan ikan tongkol sehingga dapat diterima konsumen dalam keadaan yang masih layak konsumsi. Pengawetan dilakukan untuk menghambat aktivitas bakteri pembusuk yang ada dalam

tubuh ikan tongkol tersebut salah satunya asap cair.

Asap cair memiliki kemampuan sebagai bahan pengawet karena adanya asam, fenol dan alkohol yang sama dengan asap pembakaran kayu yang berperan sebagai pengawet, anti bakteri dan antioksidan. Salah satu aplikasi penggunaan asap cair pada produk pangan adalah untuk menggantikan pengasapan tradisional pada pengawetan ikan. Salah satu aplikasi penggunaan asap cair pada produk pangan adalah untuk menggantikan pengasapan tradisional pada pengawetan ikan (Edinov, 2013).

Penggunaan asap cair mempunyai banyak keuntungan dibandingkan metode pengasapan tradisional, yaitu lebih mudah diaplikasikan, proses lebih cepat, memberikan karakteristik yang khas pada produk akhir berupa aroma, warna, dan rasa, serta penggunaannya tidak mencemari lingkungan. Adapun kandungan komponen-komponen penyusun asap cair meliputi senyawa fenol, senyawa karbonil, senyawa asam dan senyawa hidrokarbon polisiklis aromatis.

Hani dkk. (2015) juga melakukan penelitian penggunaan asap cair dari tempurung kelapa pada pengawetan ikan bandeng. Konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang optimal untuk mengawetkan ikan bandeng adalah 2% dan lama waktu perendaman 20 menit dengan kadar air 70,02%, kadar lemak sebesar 3,73% protein 20,40% mampu bertahan hingga 3 hari pada suhu ruang.

Zultinar (2014) juga melakukan penelitian tentang pembuatan asap cair dari kulit durian. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kualitas asap cair terbaik diperoleh dari suhu pirolisis 350°C dan waktu pirolisis 150 menit dengan

rendemen 26.52%, pH 3,3, kadar asam 0,211 N dan densitas 0,973 gr/ml. Suhandi (2016) juga mengidentifikasi komponen senyawa yang terdapat pada asap cair dari kulit biji mete pada suhu pirolisis 400-500°C. Hasil yang didapatkan terdiri dari komponen *fenol*, *benzenediol*, *pyroline*, *heptine* dan *pyran* yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida alternatif untuk mengendalikan serangga dan organisme pengganggu lainnya pada tanaman.

Tempurung kelapa merupakan limbah dari buah kelapa yang tidak dimanfaatkan secara optimal dan belum memiliki nilai ekonomi yang tinggi, padahal jika tempurung kelapa diolah secara optimal akan memiliki nilai jual yang tinggi salah satunya adalah menjadi asap cair, karena tempurung kelapa memiliki komponen lignin dan selulosa yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Februari 2020 yang bertempat di Laboratorium Satuan Operasi dan Proses Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain : seperangkat alat pirolisis, unit kondensor, alat titrasi, *beaker glass*, erlenmeyer, gelas ukur, neraca analitik, *spektrofotometer*, kompor dan *termokopel digital* serta alat analisis yang digunakan yaitu destilasi, indikator tetes, kertas saring dan pH meter

Bahan dasar dalam penelitian ini adalah : tempurung kelapa, ikan tongkol. Bahan analisis yang digunakan yaitu indikator pp. NaOH 0,1 M, aquadest,

H₃PO₄, NH₄Cl, NH₄OH, HCl, K₂CO₃ dan cloroform (CHCl₃)

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode deskriptif tindakan dengan 2 perlakuan. Faktor yang menjadi perlakuan :

Faktor 1. Asap cair tempurung kelapa (K) yang terdiri dari 3 taraf yaitu :

K1 = 1%

K2 = 2%

K3 = 3%

Faktor 2. Lama penyimpanan (T) yang terdiri dari 3 taraf yaitu :

T1 = 1 hari

T2 = 3 hari

T3 = 5 hari

Prosedur Penelitian

Pembuatan larutan asap cair dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%

Sebanyak 1 mL asap cair dimasukkan dalam labu ukur 100 mL. Lalu, ditambahkan air akuades sampai volume 100 mL. Dikocok agar homogen. Diperoleh larutan asap cair 1%. Untuk konsentrasi asap cair 2% dan 3% diulangi kerja yang sama dengan memasukkan asap cair sebanyak 2 mL dan 3 mL.

Proses pengawetan ikan tongkol

Ikan tongkol dibersihkan isi perut dan dicuci hingga bersih. Kemudian direndam dalam 100 mL asap cair tempurung kelapa dengan variasi konsentrasi yaitu 1%, 2% dan 3% dan direndam selama 20 menit. Kemudian ikan tongkol yang telah direndam dalam asap cair limbah buah kelapa disimpan selama 1 hari, 3 hari dan 5 hari (Hani dkk., 2015). Kemudian dianalisis Kadar air, pH dan uji organoleptik.

Pengamatan dan Metode Analisa

Pengamatan dan pengukuran data dengan cara analisa terhadap parameter adalah sebagai berikut :

Kadar Air

Bahan yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2 gram, kemudian dimasukkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian bahan yang dikeringkan dalam oven suhu 100-105 °C selama 3-5 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Bahan kemudian dikeringkan lagi dalam oven selama 30 menit, didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan

- Dihitung kadar airnya dengan rumus :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Dimana : W_1 =Berat sampel awal

W_2 =Berat sampel setelah dikeringkan (akhir)

Pengukuran pH Asap Cair

Pengukuran pH asap cair dengan menggunakan pH meter, sebelum dilakukan pengukuran pH meter terlebih dahulu di kalibrasi dengan larutan buffer (AOAC, 2007).

Uji organoleptik

Penentuan nilai organoleptik meliputi warna, aroma dan tekstur yang diuji dengan kesukaan terhadap 25 orang panelis dan setiap panelis memilih nilai yang telah ditetapkan sesuai kesukaan berdasarkan pengamatan dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 1. Skala Uji Organoleptik

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat suka	5
Suka	4
Netral	3
Kurang suka	2
Tidak suka	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Kadar air sangat penting dalam menentukan daya awet dari bahan makanan karena mempengaruhi sifat fisik, kimia, perubahan mikrobiologi dan perubahan enzimatik. Untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan, sebagian air dalam bahan harus dihilangkan dengan berbagai cara tergantung dari jenis bahan (Winarno, 1997). Kadar air fillet ikan tongkol yang sudah direndam dengan asap cair tempurung kelapa dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 2. Hasil kadar air fillet ikan tongkol direndam dengan asap cair tempurung kelapa

Lama penyimpanan	Konsentrasi asap cair	Kadar air (%)
1 hari	1%	71,09
	2%	71,54
	3%	70,99
3 hari	1%	72,98
	2%	71,56
	3%	70,34
5 hari	1%	72,43
	2%	71,19
	3%	73,85

Dari hasil penelitian kadar air fillet ikan tongkol tertinggi diperoleh pada lama penyimpanan 5 hari dan konsentrasi asap cair 3 % sebesar 73,85% dan terendah diperoleh lama penyimpanan 3 hari dan konsentrasi asap cair 3% sebesar 70,34%.

Pengaruh lama penyimpanan dan konsentrasi asap cair tempurung kelapa terhadap kadar air fillet ikan tongkol dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 Pengaruh lama penyimpanan dan konsentrasi asap cair tempurung kelapa terhadap kadar air fillet ikan tongkol

Pada Gambar 1 terlihat bahwa kadar air fillet ikan tongkol cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan dan konsentrasi asap cair tempurung kelapa. Hal ini disebabkan semakin lama penyimpanan maka asap cair semakin banyak yang terserap ke dalam fillet ikan tongkol menyebabkan kadar airnya menurun. Konsentrasi asap cair yang semakin meningkat dapat menurunkan kadar air dikarenakan asap cair mampu mengikat air bebas yang ada pada ikan selama proses pengolahan. Menurut Wijaya dkk (2008), destilat yang diperoleh oleh asap cair selama proses pembuatannya memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil. Selain itu juga memiliki daya bunuh terhadap mikroba yang berpengaruh terhadap keawetan

produk. Berdasarkan penelitian Andika dkk (2020), semakin besar konsentrasi asap cair maka akan menyebabkan semakin kecil nilai kadar air yang dihasilkan. Asap cair dapat mengurangi keterlarutan jaringan penghubung dalam daging, akibatnya kandungan air dalam fillet berkurang karena air keluar dari dagingnya.

pH

Berikut hasil penelitian nilai pH fillet ikan tongkol yang sudah direndam asap cair. Berikut nilai pH yang dihasilkan pada fillet ikan tongkol yang sudah direndam dengan asap cair tempurung kelapa terdapat pada Tabel 4.2

Tabel 3 Hasil pH fillet ikan tongkol direndam dengan asap cair tempurung kelapa

Lama penyimpanan	Konsentrasi asap cair	pH
1 hari	1%	3,83
	2%	3,10
	3%	3,07
3 hari	1%	3,65
	2%	2,30
	3%	2,23
5 hari	1%	3,72
	2%	2,77
	3%	4,29

Dari hasil penelitian pH fillet ikan tongkol tertinggi diperoleh pada lama penyimpanan 5 hari dan konsentrasi asap cair 3 % sebesar 4,29 dan terendah diperoleh lama penyimpanan 3 hari dan konsentrasi asap cair 3% sebesar 2,23 Pengaruh lama penyimpanan dan konsentrasi asap cair terhadap pH fillet ikan tongkol dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 Pengaruh lama penyimpanan dan konsentrasi asap cair tempurung kelapa terhadap pH fillet ikan tongkol

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin lama penyimpanan dan semakin tinggi konsentrasi asap cair maka pH yang dihasilkan cenderung meningkat. Semakin tinggi konsentrasi asap cair yang ditambahkan pada produk maka semakin rendah nilai pH-nya. Hal ini disebabkan karena asap cair mengandung fenol dan asam asetat. Sehingga semakin besar konsentrasi asap cair yang ditambahkan maka kadar asam dan fenol yang semakin tinggi menyebabkan pH pada fillet ikan tongkol rendah. Menurunnya pH menunjukkan bahwa asap cair tempurung kelapa bersifat antimikroba, karena bakteri tidak dapat hidup pada pH yang rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Yulia, R., dkk. (2020), yang menghasilkan asap cair dari limbah kulit buah pinang dengan nilai pH yang rendah sehingga bersifat antimikroba. Jadi, semakin tinggi kadar fenol dan asam asetat pada asap cair maka semakin tinggi tingkat keasaman ditandai dengan semakin rendahnya nilai pH.

Uji Organoleptik Aroma

Dari data hasil analisis diperoleh nilai uji organoleptik aroma fillet ikan tongkol yang sudah direndam asap cair tempurung kelapa berkisar antara 3,65 (suka) – 4,23 (suka), dengan rata-rata 3,94 (suka). Nilai uji organoleptik aroma ikan tertinggi diperoleh dari perlakuan lama penyimpanan 3 hari dan konsentrasi asap cair 3% sebesar 4,23 (suka), sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan organoleptik aroma ikan tertinggi diperoleh dari perlakuan lama penyimpanan 5 hari dan konsentrasi asap cair 2% sebesar 3,65 (suka). Data hasil analisa nilai uji organoleptik aroma fillet ikan tongkol rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil organoleptik aroma fillet ikan tongkol direndam dengan asap cair tempurung kelapa

Lama penyimpanan	Konsentrasi asap cair	Nilai organoleptik aroma
1 hari	1%	4,18 (suka)
	2%	3,98 (suka)
	3%	3,93 (suka)
3 hari	1%	4,08 (suka)
	2%	3,68 (suka)
	3%	4,23 (suka)
5 hari	1%	4,00 (suka)
	2%	3,65 (suka)
	3%	3,73 (suka)

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa uji organoleptik aroma pada daging fillet ikan tongkol cenderung menurun dengan meningkatnya lama penyimpanan dan konsentrasi asap cair tempurung kelapa. Fenol senyawa utama pembentuk aroma asap yang khas. Aroma yang dimaksud adalah aroma ke asap-asapan pada produk,

dan kriteria mutu bau untuk ikan asap adalah bau asap yang lembut sampai cukup tajam, tidak tengik, tanpa bau asing, tanpa bau asam, dan tanpa bau apek (Wibowo, 2012).

Uji Organoleptik Tekstur

Tekstur adalah pengujian yang dilakukan dengan cara meraba bentuk produk atau bahan tersebut. Dari hasil analisis diperoleh nilai uji organoleptik tekstur fillet ikan tongkol yang sudah direndam dengan asap cair tempurung kelapa berkisar antara 3,94 (suka) – 4,20 (suka), dengan rata-rata 4,08 (suka). Nilai uji organoleptik tekstur tertinggi diperoleh dari perlakuan lama penyimpanan 5 hari dan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 2% sebesar 4,20 (suka), sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan lama penyimpanan 1 hari dan konsentrasi 2% sebesar 3,94 (suka). Data hasil analisa nilai uji organoleptik tekstur fillet ikan tongkol rata-rata dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil organoleptik tekstur fillet ikan tongkol direndam dengan asap cair tempurung kelapa

Lama penyimpanan	Konsentrasi asap cair	Nilai organoleptik tekstur
1 hari	1%	3,98
	2%	3,94
	3%	4,19
3 hari	1%	4,14
	2%	4,18
	3%	4,04
5 hari	1%	3,98
	2%	4,20
	3%	4,06

Pada Tabel 5 terlihat bahwa makin tinggi konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang ditambahkan, mempunyai

kecenderungan nilai kesukaan tekstur semakin tinggi. Pada konsentrasi 1% dan 2% mempunyai perbedaan tekstur kesukaan yang signifikan dengan konsentrasi 3%. Penambahan konsentrasi 3% mempunyai daya ikat air yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya, sehingga tekstur pada fillet ikan tongkol akan lebih keras. Menurut Abustam dan Ali (2016), meningkatnya daya ikat air dengan meningkatnya konsentrasi asap cair menandakan bahwa asap cair berperan dalam melonggarkan ikatan serabut myofibril membentuk ruang-ruang kosong yang diisi oleh air dalam bentuk setengah bebas sehingga kemampuan daging mengikat air meningkat. Sedangkan pada konsentrasi 3% terlihat makin tinggi konsentrasi asap cair yang ditambahkan, nilai kesukaan tekstur pada fillet ikan tongkol juga cenderung makin tinggi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik pengawetan fillet ikan tongkol dari konsentrasi asap cair 2% dan lama penyimpanan 5 hari. dengan kadar air tertinggi sebesar 70,64%, pH sebesar 2,23, uji organoleptik aroma sebesar 3,65 (suka), dan uji organoleptik tekstur sebesar 4,20 (suka).

DAFTAR RUJUKAN

- Abustam dan H. M. Ali. (2016). Peningkatan Sifat Fungsional Daging Sapi Bali (*M. Longisimus Dorsi*) Melalui Penambahan Asap Cair Pascamerta Dan Waktu Rigor. *Buletin Veteriner Udayana*. 8 (1): 93-98.
- Adyas AH, Zainudin IM, Yusuf M. (2015). Panduan Pengelolaan Tuna Longline Ramah Lingkungan untuk

-
- Menghindari Hasil Tangkap Sampangan (*By catch*). Jakarta, Indonesia. WWF-Indonesia
- Andika, A., S., Pande, K., D dan Ida, B., P, (2020). Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Batang Bambu Tabah terhadap Karakteristik Ikan Lele Asap. Jurnal Beta (Biosistem) dan Teknik Pertanian. Vo. 8 no. 2
- AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis*. Washington: Association of Official Analytical Chemist.
- Astawan, M. (2004). Ikan yang Sedap dan Bergizi. Tiga Serangkai, Solo.
- Budhijanto, (1993), Pirolisis Serbuk Gergaji Cetak Secara Semibatch”, Penelitian S1, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Darmadji. (2002) . Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metoda Redistilasi. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol XIII no.3
- Edinov, (2013). Jurnal Pemanfaatan Asap Cair (*liquid smoke*) Tempurung Kelapa (*cocos nucifera*) pada Pembutan Ikan Kering dan Penentuan Kadar Air Abu serta Proteinnya. Jurnal Kimia Unand. Vol. 2(2).
- Hani, P., Wisnu, S dan Sri, H. (2015). Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa Dalam Pengawetan Ikan Bandeng. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang. Indo. J. Chem. Sci. 4 (1) (2015)
- Kurniawati, (2014), Identifikasi Endoparasit Pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol di Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong Jawa Timur. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.
- Sanger, G. (2010). Oksidasi Lemak Ikan Tongkol (*Auxis thazard*) Asap yang Direndam dalam Larutan Ekstak Daun Sirih. Pacific Journal. Vol. 2 (5) : 870 – 873.
- Suhanda, (2016). Pemanfaatan Asap Cair Kulit Biji Mete sebagai Pestisida. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia.
- Syarifuddin, (2016), Dunia Ikan, Agro dan Fauna. Gadjah Mada University Press.
- Yulia, R., Arifandi, W., Lamona, A., Makmur, T., Yuslinaini. (2020). Karakteristik Asap Cair dari Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca catechu L.*) dengan Berbagai Variasi Suhu dan Waktu Pirolisis. Jurnal Teknologi Agro-Industri. Vol. 7 (1): 32-46.
- Warsito, Heri dan Wibowo. (2015). Ilmu Bahan Makanan Dasar. Yogyakarta: Nuha medika.
- Winarno, F. G. (1997). Kimia pangan dan gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wijaya, M., Noor, E., Irawadi, T.T. dan Pari, G. (2008). Perubahan suhu pirolisis terhadap struktur kimia asap cair dari serbuk gergaji kayu pinus, Jurnal Hasil Hutan. 1(2) Hal. 73-77.
- Zultinar. (2014). Pengaruh Variasi Temperatur Dan Waktu Terhadap Rendemen Pirolisis Limbah Kulit Durian Menjadi Asap Cair. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau. Pekanbaru.
-